

P. 1497

14.11

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

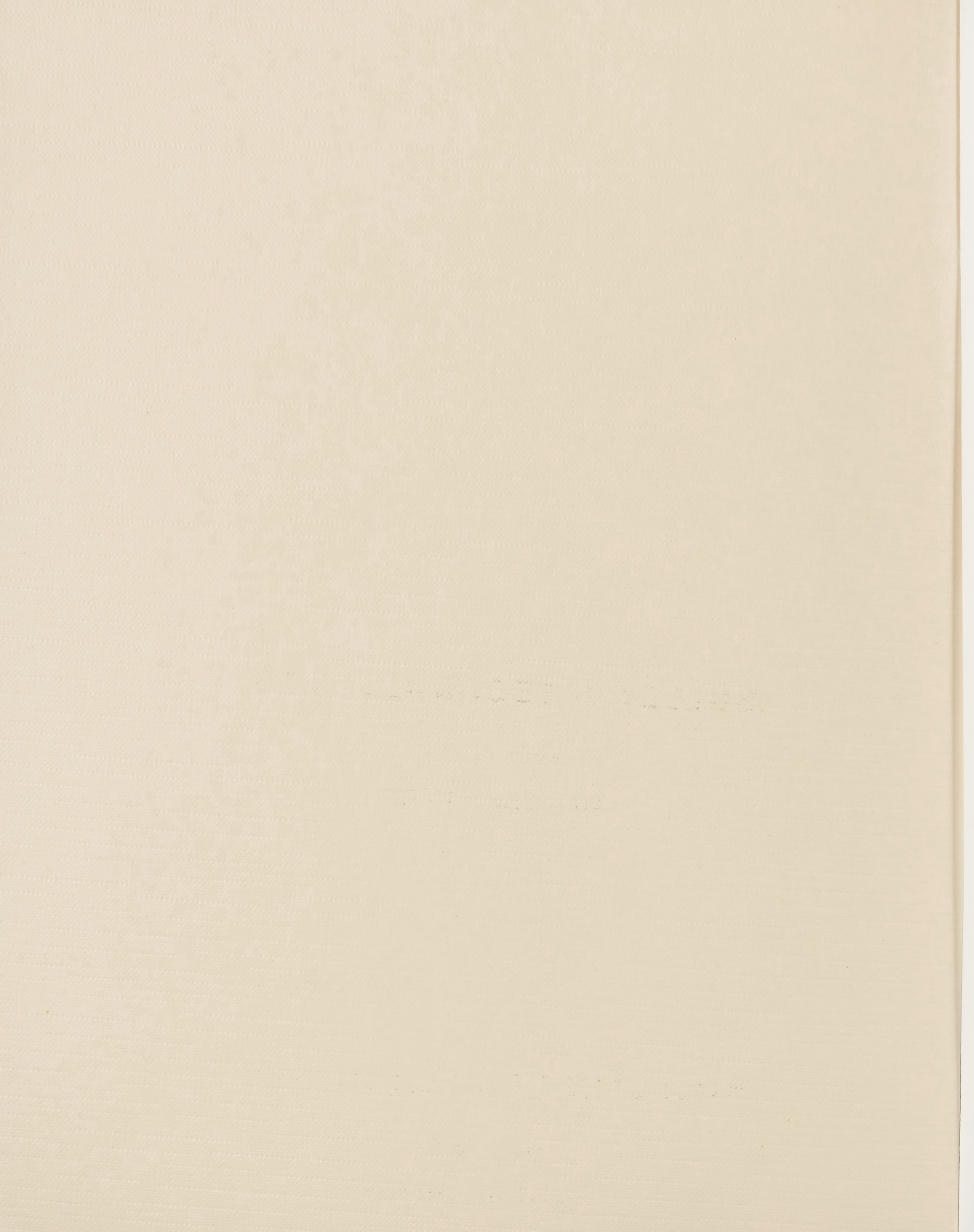


BULLETIN TECHNIQUE n° 9

(TRIMESTRIEL)

OCTOBRE 1972

BTT-9



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

**CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX**

BULLETIN TECHNIQUE n° 9

C.R.Z.V.
63 - SAINT GENÈS CHAMPANELLE
Tél. (73) 92-24-53

Editions S.E.I.
C.N.R.A. VERSAILLES

OCTOBRE 1972

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRICOLE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE L'EST

BULLETIN TECHNIQUE N° 2

CHATELAIN (J.)
1973

CHATELAIN (J.)
1973

OCTOBRE 1973

SOMMAIRE

	PAGE
LES RECHERCHES SUR LA PRODUCTION DE VIANDE AU C.R.Z.V. C. BERANGER	5
CONTRIBUTION A L'ETUDE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES DES VIANDES DE TAURILLONS C. VALIN et R. GOUTEFONGEA	27
X IMPORTANCE ETIOLOGIQUE D' ESCHERICHIA COLI DANS LA DIARRHEE NEONATALE DU VEAU ET EFFICACITE DE QUELQUES MESURES PROPHYLACTIQUES ET THERAPEUTIQUES M. CONTREPOIS et Ph. GOUET	41
7 ^e CONGRES INTERNATIONAL DE REPRODUCTION ET D'INSEMINATION ARTIFICIELLE NIVEAU CALORICO-AZOTE, FLUSHING POST-OESTRAL, ET FERTILITE DES VACHES LAITIERES M. BROCHART, D. GAULLIARD et R. GIROU	55
INFLUENCE D'UNE VARIATION DE L'APPORT D'ALIMENT CONCENTRE SUR LA FECONDITE DE LA BREBIS HIVERNANT EN PLEIN AIR M. THERIEZ., G. MOLENAT et D. AGUER	61
RESUMES D'ARTICLES DE CHERCHEURS DU CENTRE	65

SOMMAIRE

PAGE

LES RECHERCHES SUR LA PRODUCTION DE VIANDE AU C.R.I.V.	5
C. BERANGER	
CONTRIBUTION A L'ETUDE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES DES VIANDES DE TASISLONS	21
C. VALIN & R. GOUTERONCEA	
IMPORTANCE ETIOLOGIQUE D'ESCHERICHIA COLI DANS LA CHARCUTERIE MEDICALE DU VEAU ET EFFICACITE DE QUELQUES MESURES PROPHYLACTIQUES ET THERA- PEUTIQUES	41
M. CONTREPOIS & P. GOUET	
LE CONGRES INTERNATIONAL DE REPRODUCTION ET D'INSEMINATION ARTIFICIELLE NIVEAU CALORICO-AZOTE, FLUSHING POST-OSTRAL ET FERTILITE DES VACHES LAITIERS	49
M. BROCHART, B. GAUILLARD & R. GIRARD	
INFLUENCE D'UNE VARIATION DE L'APPORT D'ALIMENT CONCENTRE SUR LA RE- CONDUITE DE LA BREBIS HYVERNANT EN PLEIN AIR	61
M. THERIAULT & M. LEMAY	
RESUMES D'ARTICLES DE RECHERCHE DU CENTRE	65

LES RECHERCHES SUR LA PRODUCTION DE VIANDE BOVINE AU C.R.Z.V. DE THEIX

C. BERANGER

Ω Ω Ω

Les recherches sur la production de viande bovine se sont développées à l'I.N.R.A. sous la direction de R. JARRIGE depuis 1958, d'abord au C.N.R.Z. de Jouy-en-Josas (78), puis au Centre de Theix depuis 1965.

Leur but est de définir de manière précise les bases techniques des principaux types de production de viande de « boeuf », du taurillon d'un an à la vache de réforme, en insistant plus particulièrement sur les méthodes d'alimentation. Pour cela, il faut, dans tous les cas, parvenir à maîtriser la vitesse de croissance et le développement relatif des muscles et des différents dépôts adipeux afin de produire des carcasses ayant le poids et la composition recherchés ; il faut aussi faire transformer le plus efficacement possible les aliments en viande consommable, en améliorant l'ingestion, la digestion et l'utilisation métabolique des rations. Enfin, il est nécessaire d'accroître le nombre et la qualité des veaux disponibles pour l'engraissement sans augmenter le nombre de vaches laitières ; pour y parvenir, il faut améliorer l'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes spécialisées dans la production de viande.

En raison de ces objectifs et de la diversité des types et conditions de production de notre pays, les secteurs de recherches qui ont dû être abordés sont nombreux et variés. Compte-tenu des moyens disponibles, le développement rapide des travaux dans ces domaines a dû se faire en partie au détriment de l'approfondissement des recherches et aussi de la publication de leurs résultats.

L'unité de recherche travaillant sur ces sujets comporte maintenant 6 chercheurs (ou ingénieurs de recherche) et exerce ses activités au C.R.Z.V. de Theix, mais aussi dans les Domaines de Laqueuille (63) dans les Monts Dore, de Marcenat (15) dans les Monts du Cézallier (1) et en Normandie au Domaine du Pin-au-Haras (61).

On peut actuellement distinguer deux grands secteurs :

- a) les travaux concernant la croissance et l'engraissement des bovins, conduits par Y. GEAY, J. ROBELIN, C. BERANGER et C. MALTERRE ;
- b) les travaux concernant l'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes conduits par M. PETIT, P. LE NEINDRE et C. BERANGER.

L'étude des problèmes de l'utilisation des génisses pour la production de viande étant commune aux deux groupes.

Nous allons situer les principaux thèmes et les travaux en cours dans ces domaines afin d'informer les lecteurs de ce bulletin de nos préoccupations et de nos orientations actuelles.

(1) Domaine du Service d'Expérimentation et d'Information (S.E.I.) de l'I.N.R.A.

I - ALIMENTATION ET CONDUITE DES BOVINS EN CROISSANCE ET A L'ENGRAIS

A) Croissance et composition du croît des bovins

Les études concernant la croissance des bovins constituent une des bases scientifiques principales sur laquelle reposent les recherches appliquées menées dans notre équipe. La croissance des bovins est en partie étudiée à l'I.N.R.A. dans divers laboratoires (Physiologie, Génétique, Métabolisme, Technologie de la Viande ; à Montpellier, Jouy et Theix). Nos propres travaux concernent la description de l'engraissement des différentes catégories de bovins et l'étude de l'influence de l'alimentation sur la composition corporelle, en fonction du type génétique des animaux. Ces études sont longues et coûteuses car elles exigent l'abattage, la dissection et l'analyse de lots d'animaux comparables abattus successivement à différents stades de leur croissance. Pour faciliter ces travaux et accroître le nombre d'animaux contrôlés, nous cherchons depuis plusieurs années à mettre au point des mesures indirectes de la composition des carcasses ou de l'animal vivant. J. ROBELIN consacre actuellement une large part de son temps à ces problèmes.

1) Méthodes d'estimation de la composition corporelle

a) - Sur la carcasse

Pour éviter la dissection, le broyage et l'analyse systématique de la carcasse, nous avons établi en 1969 (Y. GEAY, C. BERANGER), à partir de 47 animaux, des relations entre la composition de la carcasse et celle d'un morceau prélevé au niveau de la 11ème côte et aussi entre le pourcentage d'os dans la carcasse et le poids de l'os canon. Ces relations, utilisées depuis dans de nombreux essais, peuvent être maintenant établies à nouveau à partir des données obtenues sur 150 jeunes bovins en distinguant les races ou les types d'animaux. En outre, nous obtenons de bonnes liaisons entre la composition anatomique de la « 11ème côte » et la composition chimique de la carcasse ou de la viande désossée, ce qui permettrait de réduire considérablement le nombre des analyses chimiques.

Cette méthode exige cependant une découpe partielle de la carcasse (« pan traité », « train de côte ») qui limite son utilisation systématique dans les essais extérieurs à l'I.N.R.A. ; le prélèvement d'un morceau similaire au niveau de la 6ème côte serait plus aisé ; les relations entre sa composition et celle de la carcasse seront obtenues prochainement, mais les premières observations indiquent que la liaison semble moins étroite que celle obtenue avec la « 11ème côte ».

Une méthode plus simple est fondée sur la mesure de la densité des carcasses obtenue par pesée dans l'air et pesée dans l'eau. Les premiers résultats étant encourageants. J. ROBELIN cherche à relier la densité à la composition des carcasses des jeunes bovins, des veaux et des agneaux, en tenant compte de la proportion d'os afin d'améliorer la précision de la méthode.

b) - Sur l'animal vivant

Pour mesurer l'évolution de la composition corporelle sur le même animal vivant, nous avons retenu parmi les nombreuses méthodes expérimentées dans le monde, la mesure de l'espace de diffusion du tritium ou du deutérium. Ces substances injectées dans le sang diffusent en effet rapidement et de façon homogène dans toute l'eau de l'organisme avant d'être éliminées ; les mesures de concentration du sang en D₂O ou TOH en fonction du temps permettent d'estimer la quantité d'eau totale contenue dans l'organisme ; partant de là, la composition du corps entier peut être déterminée à partir des relations étroites qui lient la quantité d'eau et la quantité de graisse corporelle.

A la suite des premiers essais sur bovins réalisés par Y. GEAY avec l'eau tritiée, J. ROBELIN poursuit la mise au point de cette méthode en utilisant l'eau lourde (D₂O) qui a l'avantage de ne pas être radioactive et dont le dosage devient moins onéreux que par le passé.

2) Evolution de la composition de la carcasse en cours d'engraissement

Nous avons mesuré par dissection la composition des carcasses de 115 taurillons abattus à 9 mois au début de l'engraissement et à 12-15-17 et 20 mois selon les animaux et les expériences. Nous pouvons ainsi mettre en évidence des différences importantes selon la race des animaux et le niveau alimentaire durant l'engraissement.

a) - Variations liées au type d'animal

Nos premiers résultats ont montré les différences considérables de composition des taurillons selon le type génétique au niveau du corps entier, de la carcasse et du croît de carcasse (Y. GEAY ; C. BERANGER ; 1971).

En particulier, les taurillons Frisons forment rapidement beaucoup de graisse alors que les taurillons Charolais sont très tardifs, en particulier dans le cas d'animaux culards. Rappelons seulement ici qu'un taurillon Charolais normal pesant « en vif » 525 kg fournit 220 kg de muscles alors qu'un taurillon Frison de même poids n'en produit que 184 kg ; pour un croît journalier de 1 000 g du corps entier le premier « fabrique » (entre 9 et 17 mois) 480 g de muscles et seulement 120 g de graisse, tandis que le second ne produit que 290 g de muscles mais dépose 190 g de graisse dans la carcasse (entre 3 et 15 mois).

Entre ces extrêmes, nous avons pu situer la vitesse d'engraissement des animaux de race Salers et croisés Salers × Charolais. Nous poursuivons actuellement l'étude des taurillons de race Limousine engraisés entre 9 et 16 mois (550 kg). De plus, les mesures effectuées à l'abattage sur les taurillons issus des expériences de nos collègues de la Station de Génétique Appliquée permettront de mieux connaître la composition des animaux de race Normande, Holstein, des produits de croisements No × Charolais et No × Holstein, Frison × Charolais et ultérieurement de race Maine-Anjou, Charolaise et Limousine et des produits de croisement entre elles. De même, nous comptons décrire l'engraissement des bœufs entre 20 et 24 mois et des génisses entre 9 et 12-14 mois ainsi qu'entre 20 et 24 mois (croisés Salers × Charolais dans un premier temps). Dès que nous en aurons les moyens, nous étudierons de façon plus précise et plus approfondie la cinétique de la croissance et du développement de la naissance à 20-24 mois. En revanche, les études concernant l'évolution de la composition corporelle des vaches laitières réformées (C. BERANGER, M. NEGRIN, C. MALTERRE, 1970) n'ont pas été poursuivies faute de temps et de moyens.

b) - Influence de l'alimentation

Nous avons montré qu'en réduisant légèrement le niveau d'alimentation de taurillons Salers entre 11 et 15 mois ou de taurillons Salers × Charolais entre 9 et 17 ou entre 15 et 17 mois, on pouvait limiter la formation de graisse sans diminuer la vitesse de croissance (Y. GEAY ; C. BERANGER, 1969, et 1971) ; on peut donc ainsi, sans réduire le poids des carcasses, diminuer leurs dépôts adipeux, accroître la proportion de muscles et améliorer l'efficacité alimentaire des rations. En revanche, cette réduction faite sur des animaux plus tardifs de type Charolais entraîne une diminution de la vitesse de croissance sans modification notable de l'état d'engraissement. Partant de ces résultats, nous étudions actuellement l'influence de différents niveaux d'alimentation (1), permettant tous une vitesse de croissance supérieure à 1 000 g/jour, afin de déterminer celui qui assure le gain de muscle maximum et la formation de dépôts adipeux minimum compatible avec ce croît élevé ; ces études sont faites sur des taurillons de différents types.

(1) Ration condensée (0,9 U.F./kg M.S.) ad libitum et restriction de -5, -10, -15 %

RACE	Charolaise	Limousine	Salers	Frisonne
Adipogénèse	faible	assez faible	moyenne	forte
Développement musculaire	fort	fort	moyen	faible
Epoque d'engraissement	9-17 mois	9-16 mois	9-16 mois	9-15 mois

Puis, nous essaierons de faire varier l'alimentation à différentes périodes au cours de la phase d'engraissement. Nous étudierons aussi ultérieurement l'influence du niveau des apports azotés sur la composition corporelle.

Tous ces travaux devraient permettre, à terme, de définir pour chaque type d'animal, la « conduite » alimentaire à tenir en fonction de l'objectif d'abattage (âge, poids et état d'engraissement des carcasses recherchés).

B) - Production des jeunes bovins

Compte-tenu de l'importance future de ce type de production, nous avons depuis 10 ans consacré une place importante aux recherches sur ce sujet, mal connu au départ dans notre pays.

1) - Besoins énergétiques et azotés

Les résultats obtenus dans nos expériences antérieures ou dans les Stations de sélection, nous ont permis de mettre en évidence, pour un même poids et un même gain, des différences considérables de quantités d'énergie ingérées entre les races et types de taurillons engraisés. Ces différences peuvent être reliées aux variations d'appétit et de composition du croît des animaux que nous avons étudiées (JARRIGE et al., 1971 ; GEAY et al., 1971). On ne peut plus se satisfaire des valeurs moyennes générales concernant les besoins des jeunes bovins, mais il faut préciser les besoins énergétiques en fonction de la précocité des animaux et de la composition de la carcasse recherchée. Les travaux que nous poursuivons, concernant l'influence de différents niveaux alimentaires sur la croissance et la composition corporelle de jeunes bovins de différents types, nous permettront bientôt de mieux définir les besoins énergétiques de ces animaux.

En outre, les besoins azotés des taurillons à forte croissance musculaire sont très mal connus ; ils sont sûrement supérieurs à ceux des bouvillons anglo-saxons sur lesquels sont fondées les recommandations alimentaires actuelles ; le niveau des apports nécessaire pour les satisfaire dépend en outre de la composition de la ration. A la suite de nos premières études de bilans d'azote sur jeunes bovins qui ont bien mis en évidence ces phénomènes (BERANGER, FAUCONNEAU, 1971), nous avons entrepris de concert avec les Instituts Techniques une série d'études pour déterminer le niveau optimum d'apport azoté dans les principaux types de ration de taurillons à l'engrais, en fonction de la nature de la source azotée ; ces travaux sont réalisés :

- par des expériences d'engraissement en lots dans lesquels les animaux reçoivent à volonté des rations comportant différents niveaux azotés ou différentes sources d'azote ; celles-ci sont effectuées soit à Theix, soit par l'I.T.C.F. (1) ou par l'I.T.E.B. (2) dans des Domaines expérimentaux qu'ils contrôlent ;

(1) Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 8, avenue du Président Wilson, 75 - Paris 16ème

(2) Institut Technique de l'Elevage Bovin, 149, rue de Bercy, 75 - Paris 12ème

- par des études sur taurillons et sur agneaux alimentés individuellement et parfois maintenus en cage à bilan, recevant des quantités d'énergie déterminées et des quantités variables d'azote ; on mesure alors la rétention azotée et la formation de muscles par la méthode des abat-tages.

- par des études de digestion des rations aux différents niveaux du tube digestif réalisées par P. THIVEND et son équipe.

Actuellement, sont étudiées les rations à base de maïs ensilage complétées à plusieurs niveaux d'apports par différents tourteaux ou diverses sources d'azote non protéique (urée, biuret), des rations à base de céréales (maïs) complétées par du tourteau de soja ainsi que des rations à base de graminées déshydratées (I.T.C.F.).

2) - Rationnement des taurillons à l'engrais

Au cours des années précédentes, nous avons, en liaison avec les autres équipes de la Station, étudié de façon très complète l'utilisation des foin condensés, des luzernes et graminées déshydratées présentées sous différentes formes (1) et dans divers types de rations, du maïs déshydraté comparé au maïs ensilé (C. BERANGER, 1970-71, MALTERRE et GEAY, 1971). Ces travaux réalisés à Jouy puis à Theix, au Domaine de Bressonvilliers (78) et à la Station d'Amélioration des Plantes de Lusignan (86) se terminent maintenant ; avec les essais réalisés par l'I.T.C.F., ils permettent de disposer d'un dossier cohérent sur le sujet.

Les recherches concernant l'utilisation de l'ensilage de maïs se poursuivent à Theix, à Lusignan, dans des Domaines expérimentaux de l'Allier avec la S.O.M.I.V.A.L. (2) et le C.N.E.M.A. (3) et en liaison avec l'I.T.E.B. et l'I.T.C.F.. Elles concernent principalement l'influence sur l'utilisation des rations des apports de foin (luzerne ou graminées), des apports de céréales grains et de la complémentation azotée.

Compte-tenu des récents progrès réalisés à la Station pour améliorer la consommation des ensilages d'herbe, nous aborderons prochainement avec l'équipe de C. DEMARQUILLY les problèmes relatifs à l'utilisation de ces ensilages pour l'engraissement des taurillons.

Les différentes formes d'utilisation et de présentation du maïs grain font l'objet de travaux passés (BERANGER, THIVEND, JARRIGE ; 1972) actuels ou en projet (grain ou épi entier, sec ou humide, broyé ou condensé...). Nous avons en particulier montré ces dernières années que le maïs grain conservé humide par l'acide propionique pouvait bien être utilisé, à raison de 50 à 70 % de la ration des taurillons à l'engrais (GEAY et MALTERRE, 1970 et 1972). L'étude de l'utilisation digestive de ces rations riches en céréales (maïs, blé...) est poursuivie à la Station avec P. THIVEND, B. REMOND, M. THERIEZ et W. MARTIN-ROSSET (4) ; les aspects pathologiques liés à cette alimentation intensive sont étudiés par nos collègues de la Station de Physiopathologie de la Nutrition à Theix.

Enfin, dans le cadre des recherches effectuées pour utiliser au maximum les ressources de protéines métropolitaines, nous poursuivons des essais sur l'utilisation du tourteau de colza ayant subi différents traitements technologiques (toastage, fermentation). La mise en évidence de l'action antithyroïdienne de ce tourteau chez le ruminant nous a conduit à approfondir son étude : elle pourrait en effet avoir un effet bénéfique en limitant l'engraissement des animaux trop précoces.

(1) condensé : broyé et aggloméré dans une presse à filière
comprimé : non broyé et pressé dans une presse à piston

compacté : non broyé et aggloméré dans une
presse à filière

(2) Société de mise en valeur Auvergne Limousin

(3) Centre National d'Expérimentation et de Machinisme Agricole

(4) Ingénieur de l'I.T.C.F., détaché à Theix

3) - Engraissement des jeunes bovins au pâturage

Une série de 4 expériences réalisées depuis 1967 au Pin-au-Haras nous ont montré qu'il était possible, avec un apport de céréales, d'engraisser à l'herbe, au pâturage ou en zéro pâturage, de jeunes bouvillons âgés de 15-18 mois et pesant 400 kg environ à la mise à l'herbe (BERANGER et PETIT, 1971). Nous avons précisé en 1970 et 1971 la quantité de céréales nécessaire (250 à 500 kg) et ses modalités de répartition au cours de la saison (3 kg par jour durant toute la période ou seulement à partir du 15 août, ou encore 1,5 kg du 15 juin au 15 août et 3 kg ensuite). Nous n'avons pas trouvé de différences notables entre les résultats obtenus avec l'orge ou du maïs (260 kg par animal). Nous essayons maintenant d'appliquer cette méthode à des taurillons Normands et Normands $\times$ Charolais, comparés à des bouvillons, tous âgés de 15 mois et pesant 400 kg à la mise à l'herbe. Nous comparons en outre la production de viande obtenue à l'hectare d'herbe par l'engraisement de ces taurillons à celle obtenue par l'engraisement classique de bœufs âgés de 2 ans à la mise à l'herbe.

4) - Qualités des viandes de jeunes bovins

Avec nos collègues de la Station de Recherches sur la Viande et de la Station de Génétique Appliquée, nous avons entrepris une étude des variations des qualités des viandes de jeunes bovins sous l'influence de différents facteurs de production (âge, sexe, race, poids et état d'engraisement des carcasses liés à l'alimentation et au mode de conduite). Les méthodes de production et de sélection tendent en effet à favoriser au maximum la croissance musculaire et à limiter les dépôts de graisse, tout en produisant cependant des carcasses suffisamment lourdes. Cela ne doit pas se faire au détriment de la qualité des viandes comme dans le cas du poulet où l'amélioration de la productivité a entraîné, il y a 10 ans, une baisse notable de la qualité. C'est pourquoi on mesure actuellement la tendreté, la couleur, la rétention d'eau, le pH de 2 muscles prélevés sur chacune des carcasses de 550 jeunes bovins abattus au C.R.Z.V. de Theix afin d'explorer les variations de qualité de ces animaux et mettre en évidence les meilleurs et les plus mauvais. Puis, si nous disposons de moyens nécessaires, nous comptons réaliser une étude plus systématique et plus complète de l'évolution de ces qualités en fonction de l'âge, selon la précocité des animaux liée au type génétique et selon leur vitesse de croissance et d'engraisement liée au niveau alimentaire. Nos collègues technologues détermineront en outre les meilleures conditions de préparation et d'utilisation des viandes de taurillons.

C) - Engraissement du bœuf au pâturage

Les études entreprises depuis 1958 au Pin-au-Haras sur l'exploitation du pâturage par des bœufs à l'engrais touchent à leur terme. L'ensemble des techniques mises au point séparément dans les essais antérieurs (BERANGER, JARRIGE, 1970 ; BERANGER, 1971) ont été appliquées ensemble au cours des 3 dernières années sur une prairie de 33 ha. Cet essai synthétique permettra de faire une étude économique de l'intérêt de ces techniques d'intensification de l'engraisement des bœufs au pâturage.

Par ailleurs, nous poursuivons les études d'amélioration de la prairie naturelle par le seul cloisonnement ou aussi par la fumure azotée (niveau, répartition au cours de la saison). Ces essais sont réalisés sur les prairies du Pin-au-Haras et sur les prairies d'altitude de Laqueuille et de Marcenat. Sur une prairie médiocre du Pin, sans apport d'engrais azoté, la production est passée en 4 ans, de 200 kg à 400 kg de gain de poids vif/ha, sous l'effet du cloisonnement en 3 puis 6 parcelles ; mais seulement 50 à 70 % des bœufs sont finis au pâturage. Sur une prairie de bonne qualité, divisée en 4 parcelles et recevant 200 kg de N/ha, modulé en fonction de la pousse de l'herbe, nous produisons depuis 2 ans 600 kg de gain de poids vif à l'hectare en «finissant» 95 % des bœufs, et en maintenant un chargement élevé durant toute la saison.

D) - Utilisation des génisses pour la production de viande

Les génisses ont une vitesse d'engraissement supérieure et un potentiel de croissance inférieur à celui des bœufs et surtout des taurillons, par suite elles produisent des carcasses légères et (ou) grasses ; les problèmes liés à leur utilisation se posent avec d'autant plus d'acuité que se développe rapidement le croisement industriel. A partir des connaissances acquises sur la maîtrise de la composition corporelle des taurillons, nous allons chercher à améliorer la production de génisses abattues à 12-14 mois ou à 24 mois en jouant sur le niveau alimentaire et la composition des rations (cf. ci-dessus).

Cependant, pour mieux utiliser ces femelles et faire face au déficit croissant des veaux disponibles pour la production de viande, nous cherchons depuis 3 années à faire vèler ces génisses à 2 ans et à les abattre après engraissement, soit à 28 mois lorsqu'elles n'allaitent pas, soit à 30-34 mois si elles allaitent leurs veaux. Nous avons montré (PETIT et MALTERRE, 1971) que 85 à 90 % des génisses croisées-charolais mises à la saillie au pâturage à 310-330 kg avec des taureaux Salers ou Limousins étaient fécondées (au poids moyen de 346 kg) et vèlaient sans difficultés à 24-26 mois. Les génisses tarées dans les 15 jours qui suivent la mise-bas peuvent s'engraisser au pâturage et fournir dans le même temps des carcasses de poids et d'état d'engraissement comparables à celles des génisses n'ayant pas vêlé.

Nous comparons actuellement les génisses qui vèlent sans allaiter à celles qui allaitent leurs veaux jusqu'à 30-32 mois ; ces dernières produisent 1500 à 1800 kg de lait et, par suite, de bons veaux pesant 235 à 255 kg au sevrage (si on les laisse consommer 100 à 150 kg d'aliment concentré) ; leur croît au pâturage est cependant voisin de 400-500 g par jour et, après une courte période d'engraissement, après sevrage des veaux, elles peuvent produire des carcasses un peu moins lourdes mais de même composition que celles des génisses n'ayant pas allaité. Tout en poursuivant cette comparaison, nous cherchons maintenant à faire vèler les génisses à 22 mois grâce à l'induction de l'oestrus, joint à une bonne alimentation depuis la naissance (nous recherchons le niveau alimentaire entre 7 et 12-13 mois qui facilite au mieux la réussite de la fécondation et le poids élevé à l'abattage). Ces génisses qui vèlent à 22 mois pourraient être saillies à nouveau pour un second vêlage à 33-35 mois et abattues aussitôt après vêlage ; ou bien, leurs veaux étant sevrés à 7 mois, en août, ces génisses pourraient être « finies » au pâturage sur des « regains » et abattues sans devoir être rentrées à l'étable.

Nous avons dû cesser les recherches sur l'engraissement des vaches laitières réformées car elles sont très coûteuses et sources de nombreux risques sanitaires.

L'ensemble de ces études permet de progresser dans différentes voies pour utiliser au mieux le matériel très varié dont nous disposons dans notre pays et satisfaire une demande, elle aussi, très variée quant au type de carcasse et de viande recherché. Mais actuellement, le principal facteur limitant de notre production de viande est le nombre de veaux disponible pour assumer cette production. Parmi les différentes méthodes permettant d'accroître ce nombre de veaux sans augmenter parallèlement le nombre de vaches laitières, le maintien et le développement de troupeaux de vaches allaitantes paraît être l'une des principales. L'étude de l'exploitation de ces troupeaux constitue le second volet des travaux de notre équipe.

II - EXPLOITATION DES TROUPEAUX DE VACHES ALLAITANTES

La production de veaux à partir de ces troupeaux a été peu étudiée dans nos conditions européennes, très différentes de celles des « ranchs » extensifs des U.S.A.. Nous avons pu commencer ces

recherches seulement à partir de 1966, à l'arrivée de M. PETIT, lorsque nous avons disposé de surfaces et de troupeaux dans le Massif Central (Domaines de Laqueuille et de Marcenat). Depuis un an, nous développons aussi ces recherches en Normandie, au Pin-au-Haras, sur prairies intensives avec des vaches Normandes. Par ailleurs, le troupeau de vaches allaitantes fait l'objet de travaux à la Station de Génétique de Jouy-en-Josas (description et sélection des qualités maternelles des femelles de race pure ou croisées); il bénéficie aussi des recherches plus générales des Stations de Physiologie et de Pathologie de la Reproduction de Tours-Nouzilly (maîtrise des cycles sexuels, naissances gémellaires, lutte contre la brucellose) et de celles de la Physiopathologie de la Nutrition à Theix (mortalité périnatale des veaux).

En ce qui nous concerne, notre objectif est de déterminer les méthodes d'élevage et d'alimentation des troupeaux permettant d'obtenir à l'hectare le maximum de veaux sevrés dont le poids et la qualité soient adaptés aux besoins des engraisseurs. Pour y parvenir, on peut accroître d'abord le nombre de veaux sevrés par vache et par an, puis le nombre de vaches mères, en accroissant les ressources fourragères et en diminuant le coût de leur alimentation ; on peut aussi diminuer le coût de renouvellement du troupeau en accroissant sa longévité ou en faisant vêler précocement les génisses ; mais toutes ces mesures ne doivent pas altérer la productivité des vaches ni la qualité des veaux produits.

Parallèlement aux travaux effectués par nos collègues physiologistes et pathologistes, nous avons commencé par chercher des solutions zootechniques permettant d'accroître le nombre de veaux sevrés : vêlage à 2 ans, adoption et allaitement de veaux supplémentaires. Mais pour mieux comprendre les phénomènes et orienter le choix de solutions nouvelles nous avons entrepris en même temps une description précise du couple mère-veau, peu connu dans ses aspects comportementaux et biologiques. P. Le NEINDRE, en particulier, développe depuis un an l'étude des aspects physiologiques de l'allaitement et de la lactation.

A) Aspects physiologiques et nutritionnels

Les qualités d'une vache allaitante résident tout d'abord dans l'attention qu'elle porte à son veau et dans la quantité de lait qu'elle met à sa disposition, puis dans son aptitude à mobiliser durant l'hiver, en fin de gestation et début de lactation, les réserves qu'elle a accumulées à l'herbe, et enfin dans sa capacité d'utiliser au mieux les fourrages hivernaux (souvent pauvres) dont elle dispose; le veau doit, quant à lui, être capable d'utiliser au mieux le lait disponible et de pallier l'insuffisance de la production laitière en consommant d'autres aliments (herbe, aliments concentrés...) ; ce sont ces différents aspects qui sont abordés dans nos études.

1) - Relations mère-jeune

Les études d'allaitement de 2 veaux par une vache Salers entreprises depuis 1966 (M. PETIT et H. TARTIERE, 1971) nous ont amené à rechercher une technique d'adoption et à aborder les problèmes posés par le comportement maternel des bovins. Les résultats obtenus à Marcenat ont montré que dans 80 % des cas, la vache Salers adoptait (et allaitait en liberté au pâturage) un veau étranger lorsque celui-ci était présenté au moment du vêlage en même temps que son propre veau. Pour alléger ces conditions qui impliquent la présence de l'éleveur lors des mises-bas et un achat anticipé de veaux, nous avons tenté de faire adopter 4 à 8 jours après le vêlage : 56 % seulement des veaux adoptés ont tété leurs mères adoptives au pâturage ; la réussite semble dépendre de la durée qui sépare l'adoption du vêlage ; elle semble aussi varier avec la race des veaux et avec celle des vaches ou avec leur mode de conduite antérieur.

Nous comparons actuellement des veaux Frisons à des veaux Salers (ou croisés SL × CH) adoptés par des vaches Salers, et étudions les aptitudes à l'adoption de vaches Normandes

précédemment traites ou allaitantes. Nous expérimentons également (sur vaches Normandes) d'autres méthodes de conduite dans lesquelles des liens entre vache et veau peuvent être moins bien établis, à savoir : la tétée surveillée 2 fois par jour et l'allaitement collectif de veaux tétant indifféremment les vaches du troupeau. Pour progresser dans ce domaine, il faudrait mieux connaître les liaisons mère-jeune et leur déclenchement, les quantifier, étudier les mécanismes sensoriels mis en jeu. P. Le NEINDRE, en collaboration avec J.P. SIGNORET et M.F. BOUISSOU de la Station de Physiologie du C.R.Z.V. de Tours-Nouzilly va approfondir l'analyse de ces phénomènes.

2) - Production laitière

a) Mesure de la production

Pour caractériser la production laitière des vaches allaitantes, il faut d'abord pouvoir la mesurer convenablement. Parmi les méthodes disponibles, nous avons choisi de peser les veaux avant et après la tétée, 2 fois par jour. Nous avons montré que l'on pouvait ainsi mesurer la quantité de lait produite avec une précision comparable à celle que donne la traite chez les vaches laitières (13 %). Entre le 3ème et le 6ème mois de lactation, on peut même ne faire qu'une seule mesure par jour (précédée 4 heures auparavant d'une tétée surveillée assurant la vidange normale de la mamelle) (P. Le NEINDRE, 1972).

Toutefois, nos observations du comportement des veaux en liberté avec leur mère indiquent qu'ils tètent 6 à 10 fois par jour durant les 2 premières semaines, 4 à 5 fois à l'âge de 3-4 mois et 2 à 3 fois à l'âge de 6 mois (M. PETIT, 1972). Si au bout du 2ème mois, il semble que 2 tétées suffisent pour tirer tout le lait de la mamelle, cela ne doit pas être vrai au début de la lactation. C'est pourquoi nous étudions actuellement les variations de production et d'ingestion de lait selon que les veaux tètent 2 ou 5 fois par jour. Enfin, le dépouillement en cours des données acquises à Laqueuille (mesures toutes les 2 semaines) permettra de définir pour différents génotypes (Salers, Charolais, Aubrac) le nombre et la fréquence minimum des mesures au cours de la lactation.

b) Caractéristiques de la production

Nous cherchons d'abord à déterminer le niveau de production laitière des différents types de vaches allaitantes utilisées en France, en accumulant chaque année le plus grand nombre de données que nous pouvons obtenir.

Nous avons pu jusqu'alors étudier la production des vaches Limousines (450 lactations obtenues au Lycée Agricole des Vaseix - 87) qui se situe en moyenne à 1 460 kg en 221 jours et de vaches Salers (166 lactations obtenues aux Domaines de Marcenat et de Laqueuille) qui est en moyenne de 2 470 kg en 227 jours (M. PETIT, 1971). Tandis que nous analysons ces résultats (influence du numéro de lactation, du stade de lactation, de la date de vêlage...) nous poursuivons la collecte des données sur les vaches Salers, Charolaises, Aubrac à Marcenat et Laqueuille, et Normandes au Pin au Haras (1).

Il apparaît que la forme de courbe de lactation des vaches allaitantes est très différente de celle des vaches traites, la persistance des premières étant beaucoup plus élevée. Ce phénomène est lié à l'alimentation mais surtout aux tétées qui vident mieux la mamelle que la traite ; nous avons en effet observé que la quantité de lait résiduelle après tétée était, au-delà du 2ème mois de lactation, plus faible que chez les vaches traites et diminuait avec le stade de lactation à l'inverse de ces dernières

(1) Des données seront obtenues sur Frisonnes par l'I.T.E.B. au Lycée Agricole de Chaumont et dans le Domaine Expérimental I.T.E.B./I.N.R.A. sur des vaches Salers, Aubrac, Limousines, Charolaises et Tachetées de l'Est, en conditions d'exploitations extensives.

Pour mieux mettre en évidence ces phénomènes, nous étudions les productions de vaches de différents potentiels laitiers (Charolaises, Aubrac, Salers, Normandes) et nous comparons les productions de vaches traites jusqu'à leur seconde ou troisième lactation et allaitantes par la suite (Salers allaitant 2 veaux à Marcenat, Normandes allaitant 3 veaux au Pin).

Nous avons aussi mis en évidence que les veaux mâles allaités par des vaches Salers têtent 10 % de lait de plus que les veaux femelles et que les vaches Salers allaitant 2 veaux produisent 20 % de lait de plus que les vaches homologues n'allaitant qu'un veau (M. PETIT, H. TARTIERE, 1971). Nous poursuivrons l'analyse de l'influence du nombre de veaux allaités avec des vaches plus laitières (Normandes, Frisonnes...).

3) Nutrition de la mère

Nous devons déterminer dans quelles limites les vaches allaitantes sont capables de mobiliser temporairement leurs réserves (au profit de la gestation et de la production laitière hivernale) et savoir s'il existe à cet égard des différences génotypiques. Dans ce but, il nous faudra faire varier les niveaux alimentaires des vaches durant l'hiver et l'été, durant la gestation et la lactation, et cela avec des animaux de différents types : de grand ou petit format, de race laitière ou de race à viande, allaitant un ou plusieurs veaux. Mais dans un premier temps, nous voulons décrire les variations du poids vif et de la production laitière de vaches à peu près correctement alimentées et observer leur capacité d'ingestion de fourrages par rapport à leurs besoins nutritionnels. Nous mesurons donc depuis 2 ans sur des vaches Salers, Charolaises, et Aubrac alimentées individuellement durant l'hiver, les variations annuelles du poids vif, l'évolution de leur production laitière et les quantités de fourrages ingérées en fin de gestation et au début de la lactation ; nous pouvons ainsi établir un bilan énergétique approximatif ; les premiers résultats indiquent qu'avec des fourrages d'assez bonne qualité, les vaches sont en déficit énergétique après la mise-bas (15 à 20 % des besoins d'entretien et de lactation) mais ce déficit diminue lentement au cours des 3 premiers mois et peut même devenir nul pour des vaches de grand format produisant moins de 6 kg de lait ; en effet, les quantités de foin ingérées augmentent rapidement durant les 6-8 premières semaines de lactation puis lentement jusqu'à 13 semaines, et cette ingestion est fonction du poids métabolique.

Nous abordons maintenant l'étude de l'influence du niveau d'alimentation durant la fin de la gestation qui se situe durant l'hiver et qui conditionne à la fois le poids et la viabilité des veaux, le niveau de réserves disponibles pour la lactation et le coût de l'alimentation hivernale. Pour restreindre le niveau alimentaire hivernal et son coût, nous cherchons à utiliser des fourrages pauvres distribués à volonté (paille) avec un apport suffisant de matières azotées.

4) Nutrition du veau

Il s'agit de préciser l'influence de la quantité de lait bue sur la croissance des veaux élevés au pis et de décrire l'évolution de la consommation des autres aliments.

En race Limousine dont le potentiel laitier est faible, la relation est étroite entre la production laitière des vaches et la croissance de leurs veaux, en particulier durant les 3 premiers mois de la lactation ; elle est moins forte mais plus constante au cours de la lactation en race Salers plus forte productrice. Les relations curvilinéaires montrent qu'il ne semble pas nécessaire de rechercher des vaches pouvant produire plus de 950 kg de lait durant les 3 premiers mois de lactation, si elles ne doivent allaiter qu'un seul veau.

Nous poursuivons l'étude de ces liaisons dans le cas des races Charolaises et Aubrac et dans le cas des vaches multi-allaitantes (Salers et Normandes). Avec des vaches Normandes dont le

potentiel laitier varie de 3 000 l à 5 000 l, allaitant chacune 3 veaux, nous pourrions obtenir de façon précise les quantités de lait nécessaires pour assurer une bonne croissance des veaux. En outre, les veaux recevant de l'herbe coupée (dont la digestibilité est mesurée), nous observons l'évolution des quantités d'herbe ingérées en fonction de l'âge et du poids des veaux et des quantités de lait qu'ils boivent.

De même, après avoir mis en évidence, par des études de comportement (PETIT, 1972), l'importance du pâturage sur la croissance des veaux, nous cherchons à améliorer la qualité de l'herbe mise à leur disposition en laissant les veaux pâturer « en avant » des mères la parcelle précédente, et en mesurant les conséquences de ce système par rapport à la conduite normale du troupeau (vaches Normandes et Charolaises sur prairies intensives du Pin).

B) - Conduite et alimentation des troupeaux

Pour augmenter le nombre de veaux sevrés par vache présente sur l'exploitation, il faut : mieux maîtriser les cycles sexuels, augmenter la fécondité des vaches, et réduire la mortalité des veaux ; ces aspects sont étudiés, en partie sur nos troupeaux, par les laboratoires de Physiologie de la Reproduction et de Physiopathologie de la Nutrition. Simultanément, nous cherchons à accroître la « récolte de veau » en faisant allaiter en même temps 2 ou 3 veaux par une même vache et en faisant vêler les génisses à 2 ans au lieu de 3 ans (même les génisses destinées à la boucherie).

Pour accroître le nombre de vaches à l'hectare, qui implique une augmentation du capital, nous cherchons à améliorer l'exploitation des pâturages et à réaliser des économies dans l'alimentation hivernale et le logement des animaux.

1) Allaitement simultané de deux ou plusieurs veaux

Les travaux effectués à Marcenat et Laqueuille (PETIT et TARTIERE, 1971) ont montré que des vaches Salers ayant adopté un second veau lors du vêlage pouvaient le nourrir jusqu'à l'automne, les 2 veaux pesant chacun 252 kg au sevrage au lieu de 288 kg lorsque son veau est seul. Ce système permet de bien utiliser la capacité de production laitière des vaches après vêlage et de la maintenir ensuite à un niveau plus élevé que l'allaitement d'un seul veau ; il produit 175 kg de veau en plus. Nous avons aussi montré que des vaches de race laitière produisant plus de 3 500 kg de lait pouvaient allaiter 3 à 4 veaux durant 7-8 mois, moyennant la distribution d'aliment concentré (250 kg par veau).

Actuellement, nous faisons allaiter 3 veaux par des vaches Normandes alimentées en fonction de leur production, les têtées étant surveillées 2 fois par jour.

Cette technique d'allaitement double a déjà trouvé son application, en particulier dans le Cantal et dans l'Est. Elle peut contribuer à préparer les naissances gémellaires et faciliter des reconversions de troupeaux laitiers vers la production de viande. Ses progrès passent par l'amélioration des techniques d'adoption, une meilleure connaissance des productions laitières des vaches, des besoins des veaux en lait, herbe et aliment concentré, et des besoins des vaches facilement épuisées par ce système. Cette technique doit éviter de réduire la fécondité des vaches et d'accroître les risques de mortalité des veaux. Nos divers travaux, examinés précédemment, et ceux de nos collègues contribuent à la solution de ces problèmes.

2) Vêlage précoce des génisses

Les travaux que nous avons déjà décrits précédemment concernent à la fois les génis-

ses destinées à la boucherie et celles destinées à la reproduction. Nous comparons depuis 4 ans en race Salers le premier vêlage à 2 ans avec ou sans allaitement et le vêlage à 3 ans (avec allaitement). Ces expériences montrent la faible importance des besoins de gestation par rapport à ceux de la lactation ; les génisses allaitantes sont plus légères aux mêmes âges que les génisses tarées (-70 kg pour les Salers à 3 ans). Le vêlage à 2 ans sans allaitement pourrait se généraliser aux génisses suffisamment lourdes à 15 mois car il ne nécessite pas de conduite particulière des animaux, n'altère pas le format des femelles à 3 ans et permet sans doute un retour rapide de l'oestrus. Cependant, bien alimentées du sevrage à 3 ans, les génisses de renouvellement vêlant à 2 ans peuvent aussi allaiter leur veau. Mais pour éviter que le second vêlage, à 3 ans, ne se fasse trop tard en saison, nous essayons maintenant de faire vêler les génisses Salers à 22 mois.

Le vêlage à 2 ans semble se développer rapidement dans les troupeaux Salers ; en revanche, dans les races peu précoces comme la Charolaise, il se heurte à des difficultés : faible fécondité à 15 mois, mises-bas difficiles. Avec la Station de Génétique au Domaine de Sélection d'Agonges (03) et avec l'I.T.E.B. nous étudions ces problèmes dans le cas de la race Charolaise (sélection des femelles sur leur aptitude à vêler à 2 ans, traitements de synchronisation des chaleurs, influence du niveau alimentaire...).

3) Economie dans l'alimentation et le logement

Le coût de l'alimentation hivernale des vaches peut être réduit en diminuant le niveau des apports énergétiques (cf. ci-dessus, nutrition de la mère) et en faisant appel à des aliments relativement bon marché (foin de prairies à fort rendement récolté tardivement, pailles de céréales, cannes de maïs...). Nous abordons l'étude de ces types de rations au Domaine de Laqueuille.

La vache allaitante, peu productive, doit être logée de façon économique, surtout lorsqu'on désire accroître le troupeau en limitant les investissements. Depuis 4 ans à Theix (850 m d'altitude), des vaches séjournent dans des parcs extérieurs naturellement abrités et boisés ; à Marcenat, des vaches hivernent à 1000 m d'altitude en ayant seulement accès à un hangar largement ouvert. Cette technique a donné satisfaction avec des vaches Salers ; elle est aussi largement utilisée dans la région Limousine mais à des altitudes plus faibles. Mais il convient de mesurer la résistance de différentes races à ces conditions d'hivernage : l'unité expérimentale de 250 vaches (50 de chacune des races Charolaise, Limousine, Aubrac, Salers et Tachetée de l'Est), créée conjointement par l'I.T.E.B. et l'I.N.R.A., permettra de résoudre en partie ce problème. Le plein air intégral est comparé à l'utilisation de « cabanes à vaches » et on mesurera en vraie grandeur les possibilités d'intensification zootechniques dans ces conditions difficiles, suivies d'un estivage en montagne.

4) Exploitation du pâturage

La conduite des vaches allaitantes repose sur une consommation maximum d'herbe pâturée permettant de satisfaire leurs besoins de production laitière mais aussi de reconstituer leurs réserves corporelles épuisées durant l'hiver. Une meilleure utilisation du pâturage permet en outre d'accroître le nombre de vaches nourries à l'hectare. Après avoir étudié le comportement des troupeaux de vaches exploitant des pâturages extensifs (PETIT, 1972), nous cherchons à accroître la productivité de ces prairies d'altitude. Avec nos collègues de la production végétale (C.R.A. de Clermont - S.E.I. de Versailles), nous réalisons une série d'essais (rotation et fumure) à Marcenat et Laqueuille avec des génisses d'élevage et des vaches adultes. Nous cherchons à accroître et régulariser la pousse de l'herbe afin de mieux satisfaire les besoins croissants des animaux au cours de la saison. Pour y parvenir, nous modulons les apports d'engrais azotés ou nous introduisons la fauche de certaines parcelles de prairies permanentes ou, encore, nous associons à la prairie permanente une surface de prairies se-

mées, judicieusement choisies (espèces, variétés), exploitées en fauche au 1er cycle. Nous comparons en outre, sur prairie permanente d'altitude, le pâturage sur 2 parcelles peu fertilisées et sur 4 parcelles bien fertilisées et dont l'une peut être fauchée. D'autre part, pour tirer partie, avec les vaches allaitantes, de prairies plus intensives, nous allons rechercher au Pin-au-Haras, avec des vaches Normandes allaitant 1 ou 2 veaux, les meilleurs modes d'exploitation de ces prairies.

Les recherches concernant l'exploitation des troupeaux de vaches allaitantes sont à la fois « lourdes » (moyens nécessaires importants) et délicates, rendues très difficiles par la mortalité ou la morbidité des veaux qui perturbe considérablement l'expérimentation. Les études descriptives approfondies ne font que commencer ; mais les premiers travaux réalisés permettent déjà d'améliorer la productivité des troupeaux, d'accroître notre production de veaux destinés à l'engraissement et de favoriser des reconversions de troupeaux laitiers.

Nos différents travaux entraînent un progrès continu, bien qu'assez lent et peu spectaculaire, dans les divers aspects de la production de viande dans les conditions de notre pays. Nos recherches s'intègrent et se coordonnent avec celles d'autres secteurs (Production végétale, Nutrition, Physiologie, Biochimie de la Croissance, Génétique, Technologie de la Viande, Pathologie, Economie). Les divers systèmes de production qui peuvent être définis en regroupant les techniques étudiées de façon analytique dans nos installations expérimentales et divers laboratoires de l'I.N.R.A. peuvent être ensuite testés sur une plus large échelle de différentes façons :

- dans certains Domaines de l'I.N.R.A. (S.E.I. par exemple) ;
- dans certaines régions ou groupements d'éleveurs avec lesquels nous travaillons directement pour garder un dialogue permanent avec les praticiens (groupements d'engraisateurs de la Marne, éleveurs de l'Aubrac, quelques exploitants ou G.A.E.C...) ;
- par l'intermédiaire des Instituts Techniques (I.T.E.B., I.T.C.F.) ou de Compagnies d'Aménagement Régional (S.O.M.I.V.A.L. - Compagnie d'Aménagement Rural d'Aquitaine).

Cette dernière voie est la plus développée ; nos relations étroites avec les Instituts Techniques permettent d'élargir considérablement le champ d'application des recherches, de vérifier de façon plus synthétique et plus complète l'intérêt de certaines techniques nouvelles, de les situer et de les adapter dans différentes conditions locales ; mais aussi les essais et observations des Instituts permettent de poser des problèmes nouveaux, entraînant de notre part des recherches analytiques.

En ce qui concerne le secteur de recherches sur les troupeaux de vaches allaitantes, notre collaboration avec l'I.T.E.B. est particulièrement facilitée par la présence à Theix de 4 ingénieurs de l'I.T.E.B. chargés des études et du développement dans ce domaine ; en outre, le Domaine expérimental I.T.E.B. - I.N.R.A. de vaches allaitantes conduites de façon extensive constitue un outil permanent d'application et de synthèse de nos résultats pour les zones d'altitude. De même, l'utilisation des céréales grains fait l'objet de travaux complémentaires entre notre équipe et celle de l'I.T.C.F. (Service du Développement de l'Utilisation des Céréales et des fourrages dirigé par J. MARCHADIER) programmés et réalisés en commun.

Cependant, les progrès techniques que nous pouvons effectuer doivent être aussi considérés du point de vue économique. Nous travaillons donc en collaboration très étroite avec le Laboratoire d'Economie de l'Elevage du C.R.Z.V. de Theix dirigé par G. LIENARD. Nous étudions en particulier l'incidence économique des progrès zootechniques possibles en matière d'engraissement des bovins et d'ex-

exploitation des troupeaux de vaches allaitantes. Ces travaux sont réalisés grâce à la synthèse des données techniques disponibles, à des enquêtes et des analyses d'exploitation particulièrement bien suivies, et surtout par des recherches sur modèle ; ils permettent de définir périodiquement les conditions techniques et économiques du développement de l'engraissement des bovins en zone de culture (exemple de la Brie) et du développement des troupeaux de vaches allaitantes en zone herbagère. Les études déjà effectuées, ou en cours, concernent les zones de l'Aubrac, du Cantal, du Limousin et du Charolais. Cette recherche en équipe permet ainsi de proposer progressivement aux éleveurs des méthodes de production de viande de plus en plus complètes et de mieux en mieux définies du point de vue technique et économique.

Ce travail de liaison avec les autres Stations de l'I.N.R.A., de collaboration étroite avec les recherches économiques, de relation avec les Instituts Techniques et autres organismes de développement, de réflexion commune avec des éleveurs ou leur groupement, constitue une part importante des activités de C. MALTERRE et de C. BERANGER.

En outre, la diffusion des résultats de nos travaux et de nos connaissances dans le domaine de la production de viande s'effectue :

- par les publications scientifiques ou techniques (cf. liste ci-dessous), encore trop peu nombreuses (nous en sommes conscients) ;
- par notre participation à l'enseignement supérieur agricole ou universitaire (cours, conférences, formation de 6 à 10 étudiants stagiaires chaque année) et au recyclage ou la formation permanente des techniciens et enseignants agricoles ;
- par nos interventions dans des journées nationales (ou régionales) d'information et dans diverses commissions d'études.

Périodiquement, les journées «du grenier de Theix» permettent de faire le point, de façon complète, de nos connaissances sur une question ; la production de viande par les jeunes bovins a fait l'objet des journées d'Avril 1970 et du volume publié en 1971 (1).

Les recherches dans notre secteur n'ont débuté qu'en 1959 avec peu de moyens et se sont réellement développées à partir de 1964-1965. Compte-tenu de l'amplitude, de la variété et de la complexité des divers aspects que nous devons aborder, notre équipe devrait encore être développée pour pouvoir couvrir le front des problèmes, apporter des réponses nécessaires en relation avec le développement, maintenir certaines recherches de base en liaison avec d'autres groupes et publier les résultats dans un délai raisonnable. Nous pensons en outre que les collaborations nombreuses établies à l'intérieur de l'I.N.R.A. et à l'extérieur avec les secteurs du développement doivent permettre un véritable travail de synthèse coordonné et porteront leur fruit en s'améliorant encore et en se développant.

(1) La production de viande par les jeunes bovins «S.E.I.» Etude n° 46 (500 pages) disponible auprès du S.E.I. (C.N.R.A. - Versailles (78) ou du C.R.Z.V. de Theix - 63 110 - BEAUMONT).

**COMPOSITION ACTUELLE DU GROUPE DE RECHERCHE SUR
LA PRODUCTION DE VIANDE**

Ω Ω Ω

AU C.R.Z.V. DE THEIX

Chercheurs :	C. BERANGER	:	Méthodes de production - Engraissement au pâturage
	Y. GEAY	:	Croissance et production des jeunes bovins
	J. ROBELIN	:	Maîtrise de la composition corporelle
	M. PETIT	:	Exploitation des troupeaux de vaches allaitantes
	P. Le NEINDRE	:	Production laitière des vaches allaitantes
Ingénieur de recherches	C. MALTERRE		Engraissement des vaches de réforme Expérimentation extérieure et développement
Ingénieur :	G. CUYLLE	:	Responsable de l'abattoir
Techniciens :	Robert JAILLER	:	Responsable des étables d'engraissement
	Roland JAILLER	:	Mesures à l'abattoir, dissection
	J.P. SEMUR	:	Contremaître de l'abattoir
	H. DUBROEUCQ	:	Troupeaux de vaches allaitantes et de génisses
	C. RAYNAL	:	Laboratoire
Secrétariat :	A. SLADEK		
Ouvriers :	- étables	:	F. SAUVAGE, J.B., KLOSTER, A. MARTIN, J.P. PEZANT, J. SUDRE.
	- abattoir	:	R. CHAUVEAU, P. BRUNEL ,

AU DOMAINE DE LAQUEUILLE (63)

Ingénieur :	A. SAUVAIRE	:	Chef d'exploitation
Techniciens :	G. TRILLAT	:	Expérimentation et dépouillement des résultats
	A. MATHIEU	:	Conduite des troupeaux et expérimentation
Ouvriers :	J.B. RICHARD, M. BATTUT, J.C. BOYER, R. LEROUX, R. MOULIN, J. MOULY, P. RODER, J.L. VEDRINE.		

AU DOMAINE DU PIN AU HARAS (61)

Dirigé par A. MULLER

Techniciens : R. PECATTE : Conduite des troupeaux et expérimentation
 P. NOEL : Conduite des troupeaux et expérimentation

Un certain nombre d'ouvriers du Domaine participent aux travaux de notre équipe.

AU DOMAINE DE MARCENAT (15)

Dirigé par P. RENAULT

Un ingénieur, P. GAREL, et un technicien P. MARONNE, ainsi que quelques ouvriers consacrent une large part de leur activité aux travaux sur l'exploitation des vaches allaitantes.

INGENIEURS DETACHES AUPRES DU GROUPE**Institut Technique de l'Elevage Bovin**

N. GRENET	}	Troupeaux de vaches allaitantes
J. LEGENDRE		
A. MATRAY		
G. MELET	:	Responsable du Domaine Expérimental

Institut Technique des Céréales et des Fourrages

W. MARTIN ROSSET : Utilisation des céréales pour l'engraissement

RECHERCHES SUR LE CHEVAL

Ce secteur qui vient d'être créé a été rattaché à notre groupe ; il comprend actuellement 2 personnes J.J. NICOLAS (ingénieur) et M. DUMONT ST PRIEST. Les recherches concerneront les problèmes posés par la conduite du troupeau de juments allaitant leur poulain, l'engraissement du poulain de boucherie et l'alimentation du cheval de loisir.

PUBLICATIONS DU GROUPE SUR LA PRODUCTION DE VIANDE

- C. BERANGER., R. JARRIGE.,** 1962. Production intensive de viande par les jeunes bovins. Bulletin Technique d'Information des Ingénieurs des Services Agricoles, n° 174.
- C. BERANGER., R. JARRIGE.,** 1962. Utilisation des aliments broyés et agglomérés par les bovins. I. Comparaison du foin de luzerne normal et du foin de luzerne broyé dans l'alimentation du boeuf à l'engrais. Ann. Zootech., 11 (4), 273-294.
- C. BERANGER.,** 1962. Problèmes techniques posés par la production intensive de viande par les jeunes bovins. Bulletin des C.E.T.A., Etude n° 679.
- C. BERANGER.,** 1965. Influence de la fertilisation azotée des prairies sur la production de viande de boeuf (Influence of nitrogen fertilization of pastures on beef production). Proceedings of the First General Meeting of the European Grassland Federation, Wageningen.
- C. BERANGER.,** 1965. Utilisation de la farine de luzerne déshydratée et de la pulpe de betteraves séchée pour l'engraissement des taurillons de boucherie. Bulletin Technique d'information des Ingénieurs des Services Agricoles, n° 199.
- C. BERANGER.,** 1965. Production de Bovins précoces de race Charolaise. Revue « Charolais », n° 2.
- J.P. CAUSSE., C. VANDEVALLE., C. BERANGER., M. PETIT et J.H. TEISSIER.,** 1966. Etude d'un exemple de production bovine extensive. Région de l'Aubrac. S.E.D.I.A.C. - I.N.R.A.
- J. FREBLING., B. POUJARDIEU., B. VISSAC., C. BERANGER., J.H. TEISSIER.,** 1967. Note générale sur les Stations de Sélection Bovine. Bulletin Technique d'Information, n° 225.
- J. FREBLING., B. POUJARDIEU., B. VISSAC., C. BERANGER., J.H. TEISSIER., M. RONDEAU.,** Etude du croisement sur la race d'Aubrac (Essai Aubrac 65). Bulletin Technique d'Information, n° 225.
- J. FREBLING., B. POUJARDIEU., B. VISSAC., C. BERANGER., J.H. TEISSIER.,** 1967. Etude préliminaire du contrôle de descendance des taureaux Limousins sur les performances d'engraissement et d'abattage. Bulletin Technique d'Information, n° 225.
- C. BERANGER., E. BOUCTON.,** 1967. Données expérimentales sur l'utilisation des fourrages condensés pour l'engraissement des jeunes bovins. Journées d'Information sur les céréales et les fourrages et leur transformation en viande de boeuf. I.T.C.F.
- J.H. TEISSIER.,** 1967. Bases techniques de l'utilisation des rations riches en céréales pour l'engraissement des jeunes bovins. Journées d'information sur les céréales et les fourrages et leur transformation en viande de boeuf. I.T.C.F.
- C. BERANGER., C. MALTERRE.,** 1968. Influence d'un stéroïde triénique à activité anabolisante sur l'engraissement des vaches tarées. Compte rendu des séances de la Société de Biologie. Tome 162, n° 5-5, p. 1157.
- C. BERANGER.,** 1968. Les fourrages déshydratés dans l'alimentation des bovins producteurs de viande. Fourrages, 36. 82. 93.

- C. BERANGER.**, 1968. Les types de production de viande. Cah. Nut. Diét. III, 3.
- Y. GEAY, C. BERANGER.**, 1969. Estimation de la composition de la carcasse de jeunes bovins à partir de la composition d'un morceau monocastal au niveau de la 11ème côte. Ann. Zootech., 18 (1) 65-77.
- Y. GEAY., C. BERANGER.**, 1969. Influence de la proportion de céréales dans la ration sur l'état d'engraissement des carcasses de taurillons de 15 mois. Ann. Zootech., 18 (1) 79-81.
- M. PETIT.**, 1969. Méthode d'observation de l'emploi du temps des troupeaux de vaches allaitantes au pâturage. Ann. Zootech., 18 (2), 221-226.
- M. LAMAND., J. BELLANGER., Y. GEAY.,** 1969. Carence en cuivre chez des taurillons à l'engrais : son influence sur la croissance et son traitement. Ann. Zootech., 18 (2) 227-229.
- C. BERANGER. et N. GRENET.**, 1969. Le tourteau de colza dans l'alimentation animale. I. Influence de divers procédés de fabrication sur les quantités ingérées par les bovins en croissance. Ann. Zootech., 18 (3) 239-247.
- P. THIVEND., C. BERANGER.**, 1969. Traitement des céréales et engraissement des taurillons. A.F.Z. Productions de Ruminants.
- M. PETIT et H. TARTIERE.**, 1969. Allaitement de deux veaux par vache. A.F.Z. Productions de Ruminants.
- C. BERANGER., M. NEGRIN., et C. MALTERRE.**, 1970. Evolution du gain de poids vif et de l'état d'engraissement des vaches tarées au pâturage. Ann. Zootech., 19 (1), 53-66.
- Y. GEAY., C. BERANGER.**, 1970. Influence du niveau énergétique de la ration sur l'état d'engraissement des carcasses de taurillons de différentes races. I.N.R.A. Bulletin Technique du C.R.Z.V. de Theix., 1, 41-44.
- C. BERANGER., R. JARRIGE.**, 1970. L'engraissement des boeufs au pâturage. I.N.R.A. Bulletin Technique du C.R.Z.V. de Theix, 2, 7-14.
- C. BERANGER.**, 1970. Utilisation des fourrages déshydratés pour la production de viande bovine. Commissions de la Fédération Européenne de Zootechnie. Budapest.
- C. BERANGER., G. HEDIN., M. KERUELEN., M. PETIT., J.H. TEISSIER.**, 1970. L'Aubrac : étude ethnologique, agronomique et économique d'un établissement humain. Tome 1. Agronomie. p.105-221. Editions du C.N.R.S.
- Y. GEAY et C. MALTERRE.**, 1971. Influence de la castration et de la nature des glucides de la ration sur la croissance et la qualité des carcasses de bovins abattus à 24 mois. Ann. Zootech., 20 (2), 251-257.
- J. FREBLING., P. LARVOR., C. MALTERRE., A. AZAN., J. GAILLARD et M. HENNEQUIN.**, 1971. Influence du poloxalène sur les météorisations, les quantités d'aliments ingérées et la croissance de taurillons recevant des rations condensées. Ann. Zootech., 20 (3), 291-304.
- R. JARRIGE.**, 1971. L'accroissement du nombre de veaux destinés à la production de jeunes bovins. Journées Jeunes Bovins: Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., Etude n°46, 27-44.

- M. PETIT.**, 1971. Allaitement simultané de deux ou plusieurs veaux par vache. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 65-72.
- M. PETIT., et C. MALTERRE.**, 1971. Vêlage à deux ans des génisses destinées à la boucherie. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 73-80.
- C. BERANGER., Y. GEAY.**, 1971. Aptitudes des différentes catégories de jeunes bovins à la production de viande. Variations liées au sexe et au type génétique. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 81-94.
- Y. GEAY.**, 1971. Adaptation du mode d'élevage et d'alimentation au type génétique. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 95-110.
- C. BERANGER.**, 1971. Différentes méthodes de production de jeunes bovins. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 159-166.
- R. JARRIGE., C. BERANGER., Y. GEAY., N. GRENET., C. MALTERRE., J. ROBELIN.**, 1971. Besoins énergétiques des jeunes bovins. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins, S.E.I., étude n°46, 167-184.
- C. BERANGER., G. FAUCONNEAU.**, 1971. Besoins en azote des jeunes bovins. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 185-196.
- C. BERANGER., J. MARCHADIER.**, 1971. Production de viande par les jeunes bovins à partir des fourrages deshydratés. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 207-236.
- Y. GEAY., P. THIVEND., C. DEMARQUILLY.**, 1971. Production de viande à partir de rations riches en céréales. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 237-251.
- C. MALTERRE., C. LELONG., Ph. HAUREZ.**, 1971. Utilisation de l'ensilage de maïs pour la production de jeunes bovins. Journées Jeunes Bovins : Production de Viande par les Jeunes Bovins. S.E.I., étude n°46, 253-278.
- Y. GEAY., G. LIENARD.**, 1971. Influence du mode de conservation du maïs grain sur son utilisation pour l'engraissement des taurillons. C.R.Z.V. Bulletin Technique n°3, 43-58.
- C. MALTERRE., C. BERANGER.**, 1971. Engraissement des vaches laitières réformées. C.R.Z.V. Bulletin Technique n°4, 45-63.
- C. MALTERRE., Y. GEAY., G. BERTIN., L. HUGUET., J. PELOT.,** avec la collaboration de **R. JAILLER., P. HENAULT et M. SIMEON.**, 1971. Utilisation comparée de l'ensilage de maïs et du maïs déshydraté pour la production de jeunes bovins. C.R.Z.V. Bulletin Technique n°6, 45-58.
- C. DEMARQUILLY., Ph. HAUREZ., M. JOURNET., C. LELONG., C. MALTERRE.**, 1971. Le maïs plante entière : composition, valeur alimentaire, utilisation par les bovins. B.T.I., 264-265.

Y. GEAY., C. BERANGER., R. JARRIGE., 1971. Variations de la quantité d'énergie ingérée par des taurillons à l'engrais. 10ème Congrès International de Zootechnie. Thème VII.

M. PETIT et G. LIENARD., 1971. Les voies d'amélioration de la conduite des troupeaux de vaches allaitantes. Journées CETA. Etude n°1773.

Y. GEAY., 1971. Adaptation du régime des jeunes bovins à la race des animaux. Journées CETA. Etude n°1774.

C. BERANGER., 1971. Possibilités d'accroissement de la production de viande à partir d'herbe pâturée. Journées CETA. Etude n°1775.

C. MALTERRE et C. BERANGER., 1971. L'engraissement des vaches laitières réformées. Journées CETA. Etude n°1776.

C. BERANGER., 1971. Utilisation de l'herbe pour l'engraissement des bovins de boucherie. Revue de l'Elevage. 49ème numéro spécial, 7-20.

C. MALTERRE., 1971. Ensilage de maïs et production de viande. Revue de l'Elevage. 49ème numéro spécial, 37-45.

M. PETIT., 1972. Emploi du temps des troupeaux de vaches-mères et de leurs veaux sur les pâturages d'altitude de l'Aubrac. Ann. Zootech., 21 (1), 5-27.

C. BERANGER., P. THIVEND., R. JARRIGE., 1972. Influence des traitements mécaniques et hydrothermiques sur la valeur nutritive du maïs pour les jeunes bovins à l'engrais. Ann. Zootech., 21 (2) 175-190.

P. LE NEINDRE., 1972. Observations sur l'estimation de la production laitière des vaches allaitantes par pesée du veau avant et après la tétée. Ann. Zootech. (sous presse)

J. ROBELIN., 1972 Estimation de la composition corporelle des ruminants à partir des espaces de diffusion de l'eau marquée (TOH et D₂ O). Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. (sous presse)

C. BERANGER., 1972. Place des céréales dans les différents systèmes de production de viande. Utilisation des céréales grains par les ruminants (sous presse)

Y. GEAY., C. LELONG., W. MARTIN-ROSSET., 1972. Utilisation des céréales par les jeunes bovins. Utilisation des céréales grains par les ruminants (sous presse)

R. JARRIGE., 1972. Influence de l'alimentation sur les caractéristiques et la qualité de la carcasse et de la viande des bovins. IIème Congrès mondial d'alimentation Animale. Madrid

C. MALTERRE., 1972. Peut-on améliorer l'engraissement des vaches laitières réformées ? Revue de l'Elevage (sous presse).

**Publications du Laboratoire d'Economie de l'Elevage
effectuées en recherches interdisciplinaires
avec le groupe production de viande**

G. LIENARD., D. DEUDON., 1970. Modèles de production de jeunes bovins à engraisser. Revue Economie Rurale, n° 85, p. 85-94.

M. PETIT., G. LIENARD., 1971. Journées Jeunes Bovins. Etude économique des facteurs influençant la production de jeunes bovins à engraisser. Recherches en cours, p. 335-344.

P. De La VAISSIERE., G. LIENARD., M. PETIT., 1971. Etudes économiques des facteurs influençant le développement des activités d'engraissement de jeunes bovins en région de grande culture : l'exemple de la Brie. p. 345-362.

M. PETIT., G. LIENARD., 1971. F.N.C.E.T.A. (précité)

P. De La VAISSIERE., G. LIENARD., M. PETIT., 1971. Production de viande de jeunes bovins et fourrages conservés en région de grande culture. Extrait de la revue « Fourrages » n° 47.

G. LIENARD., P. De La VAISSIERE., 1972. Aspects économiques de l'utilisation des céréales dans la production de jeunes bovins.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES DES VIANDES DE TAURILLON

C. VALIN et R. GOUTEFONGEA

Ω Ω Ω

INTRODUCTION

La production de viande par les jeunes bovins est devenue une réalité économique avec 100 000 têtes engraisées en 1970. De plus on peut augurer d'un développement important de ce type de spéculation dans les années à venir et ceci pour plusieurs raisons ; il s'agit d'une production intensive, qui se prête à l'organisation, elle est le fait de groupements dynamiques et représente la seule forme de production capable de faire face à l'augmentation de la demande de viande bovine (BERANGER, JARRIGE 1970).

La valeur pour le commerce de ce type de bétail dépend à la fois des qualités des carcasses et des qualités de la viande. BERANGER et GEAY (1970), LE GUELTE et DUMONT (1970) ont montré que les taurillons présentaient des avantages tant à l'abattage par un rendement plus élevé, qu'à la coupe par une composition corporelle plus favorable que les boeufs traditionnels. Par contre la viande des jeunes bovins n'a pas toutes les qualités que le consommateur apprécie dans la viande de boeuf et ceci a pu dans une certaine mesure constituer un frein à l'extension de ce type de production.

Des travaux ont été entrepris à la Station de Recherches sur la Viande de l'I.N.R.A., en collaboration avec l'I.T.E.B., qui visent à préciser le déterminisme des caractéristiques des viandes de jeunes bovins. Nous présentons ici les premiers résultats obtenus relatifs à trois caractéristiques de la viande: la couleur, la tendreté et la saveur.

I - LA COULEUR

La couleur est une notion complexe et relative, complexe car les phénomènes physico-chimiques qui la déterminent sont nombreux, difficiles à quantifier, et relative car il existe de nombreuses possibilités de variation du récepteur nerveux que constitue l'oeil humain.

La couleur se définit par trois caractéristiques :

- la teinte ou tonalité qui correspond à la longueur d'onde dominante du spectre d'absorption. Cette caractéristique est fonction de l'état chimique du pigment, en l'occurrence la myoglobine, qui peut se présenter sous trois formes différentes auxquelles correspondent trois teintes, rouge sombre : la myoglobine réduite, rouge vif : l'oxymyoglobine (la couleur recherchée par le consommateur) et brun-gris : la metmyoglobine (forme de rejet).

- la saturation qui est fonction de la quantité de pigment et de la dilution par le blanc, dépend de tous les facteurs zootechniques qui influent sur la teneur en pigment du muscle ainsi que sur la teneur en gras.

FIGURE I

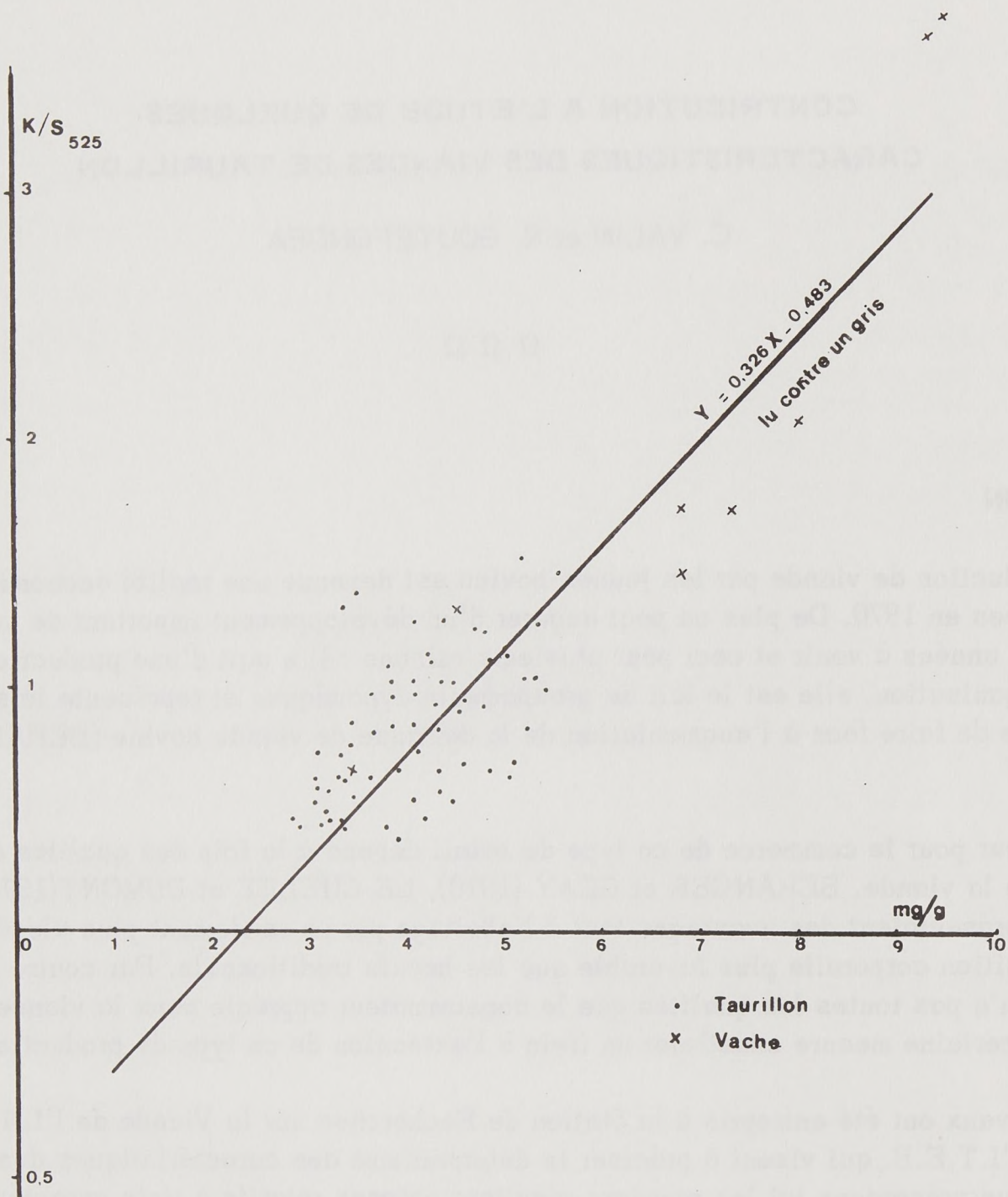


TABLEAU I

		MOYENNE	ECART TYPE	+ calculé
pH	T	5,63	0,21	0,81
	V	5,5	0,11	
myoglobine (mg/ g muscle)	T	4,28	0,78	2,65 ××
	V	7,28	2,8	
K/ S 525 mμ	T	1,14	0,47	1,58 ×
	V	1,77	0,95	

Différences significatives aux seuils ×× 5 %
× 20 %

- l'intensité ou luminosité qui se traduit pour l'observateur par les adjectifs clair ou foncé. Cette caractéristique dépend largement de l'état physique de la surface réfléchissante, donc du pH de la viande.

On considère souvent que les viandes de taurillon présentent un défaut de coloration. Cette insuffisance n'a été pratiquement envisagée jusqu'ici que sous l'angle du déficit en pigment des muscles de ces jeunes animaux. Les taurillons sont abattus dans une tranche d'âge où la quantité de myoglobine augmente très rapidement (LAWRIE, 1950) mais où cette teneur n'atteint en moyenne que la moitié de la teneur observée chez l'adulte, encore qu'il existe une très grande variabilité entre animaux et chez un animal entre muscles. Nous avons essayé de préciser la relation entre la quantité de pigment et la couleur de la viande.

1 1 - Relation entre la teneur en pigment et la couleur

La détermination spectrophotométrique du rapport K/S du coefficient d'absorption K au coefficient de diffusion S de la viande à la longueur d'onde de 525 m μ , point isobeste des spectres des trois formes d'oxydation de la myoglobine, constitue une bonne mesure de la couleur, puisqu'elle intègre quantité de pigment et structure de la viande (STEWART, 1965). Nous avons étudié la relation entre ce rapport et la quantité de pigment du muscle mesurée selon la méthode de HORNSEY. L'expérience a porté sur 24 taurillons de races diverses, âgés de 15 à 18 mois et sur sept vaches de réforme. Toutes les mesures ont été réalisées sur le muscle *Longissimus dorsi* (faux filet). La figure 1 rapporte la relation entre le rapport K/S et la teneur en pigment. Dans nos conditions expérimentales les viandes testées avaient des pH très voisins (données du tableau II) ce qui est important à noter car le pH influe considérablement sur la valeur du rapport K/S pour une même teneur en pigment. Sur 69 déterminations la corrélation entre la teneur en pigment et le rapport K/S est positive et étroite ($r = + 0,784$). L'examen de la figure 1 montre en premier lieu que dans la tranche d'âge des animaux étudiés, et pour un même muscle, il existe une grande variabilité dans la teneur en pigment. Ce résultat est d'autant plus intéressant que les teneurs les plus élevées ne se trouvent pas chez les animaux les plus âgés lors de l'abattage. En second lieu on remarque la grande variabilité du rapport K/S pour une même teneur en pigment. Bien qu'il existe une corrélation étroite ($r = 0,784$) entre le rapport K/S et le taux de myoglobine, 60 % seulement de la variation de la couleur sont expliqués par la teneur en pigment. La structure de la viande, dont les variations affectent le coefficient de diffusion S, est responsable des 40 % restants. Dans nos conditions expérimentales les modifications de structure sont imputables au seul phénomène de la maturation et le tableau II donne une idée de l'importance des variations que ce rapport peut subir pour une même teneur en pigment.

D'une façon générale une action sur la structure du muscle (faible augmentation de pH par exemple) devrait permettre de minimiser l'effet de grandes différences de concentration en pigment comme l'indiquent les données du tableau I relatives à une comparaison, après 9 jours de maturation, portant sur 12 couples vaches-taurillons. Il s'agissait de taurillons Salers et Frisons âgés de 15 et 16 mois et de vaches de réforme de races diverses âgées de 5 à 10 ans.

I-2 Relation entre la couleur et l'état d'oxydation du pigment

La réalisation des spectres de réflexion de la surface de la viande dans la gamme des longueurs d'onde du spectre visible permet d'étudier ce problème. Il est possible, à partir de ces spectres, de calculer le pourcentage de metmyoglobine (brune) à la surface des tranches de viande et ainsi de mesurer la stabilité de la coloration. La figure 2 retrace l'évolution de la teinte de la viande de taurillon placée dans différentes conditions de conservation.

D'une façon générale (figure 2) on constate qu'à un jour *post mortem* on obtient essentiellement un spectre de la forme réduite malgré le temps d'exposition à l'air assez long (1 heure) entre le moment de la coupe et la réalisation du spectre et la température assez basse de la salle de coupe (+6 °C). À ces spectres correspond une teinte peu attirante aux yeux des consommateurs. En fait, à la coupe, on constate la formation d'une fine couche d'oxymyoglobine mais elle est trop fine ou la densité de pigment est trop faible pour que la réflexion s'effectue sur cette couche et finalement la réflexion s'opère en majeure partie dans la profondeur du muscle où la myoglobine est sous forme réduite. La réflexion s'effectue donc comme dans le cas du «dark cutting beef» mais à cette différence près que dans le cas des taurillons examinés le pH un jour *post mortem* était de l'ordre de 5,6 à 5,7. Ce fait tendrait à montrer que la viande de taurillon a une structure lâche.

La teinte perçue à ce moment est donc due à la conjonction de plusieurs phénomènes.

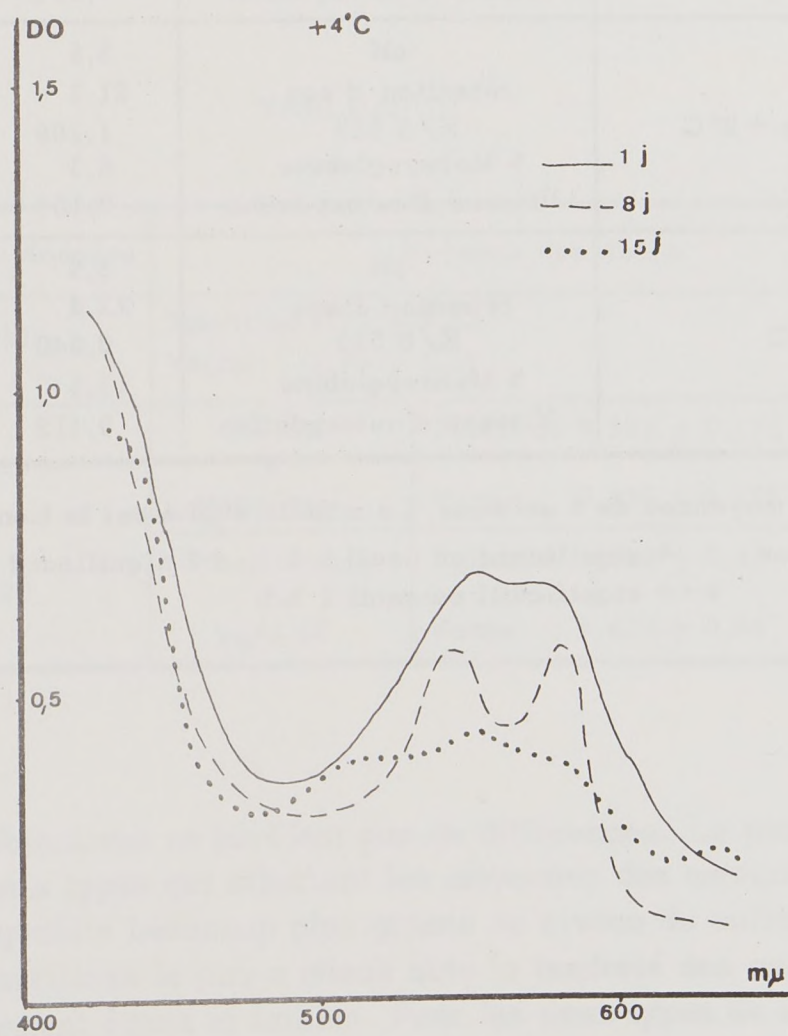
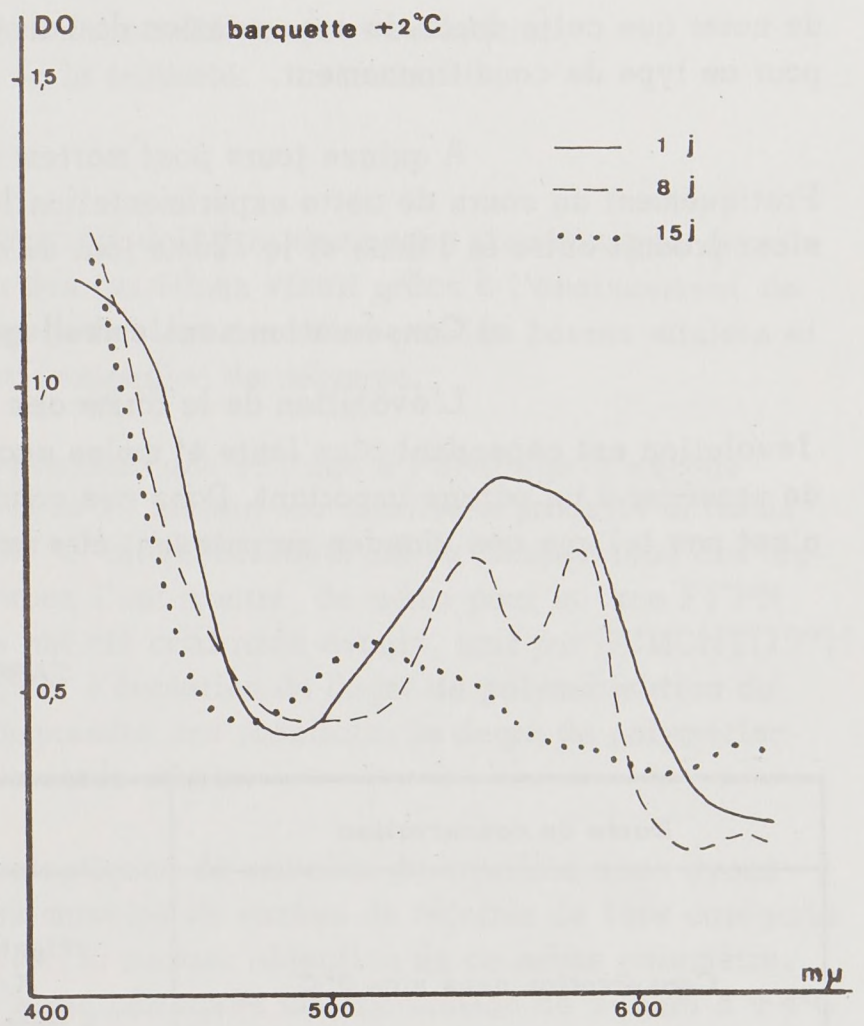
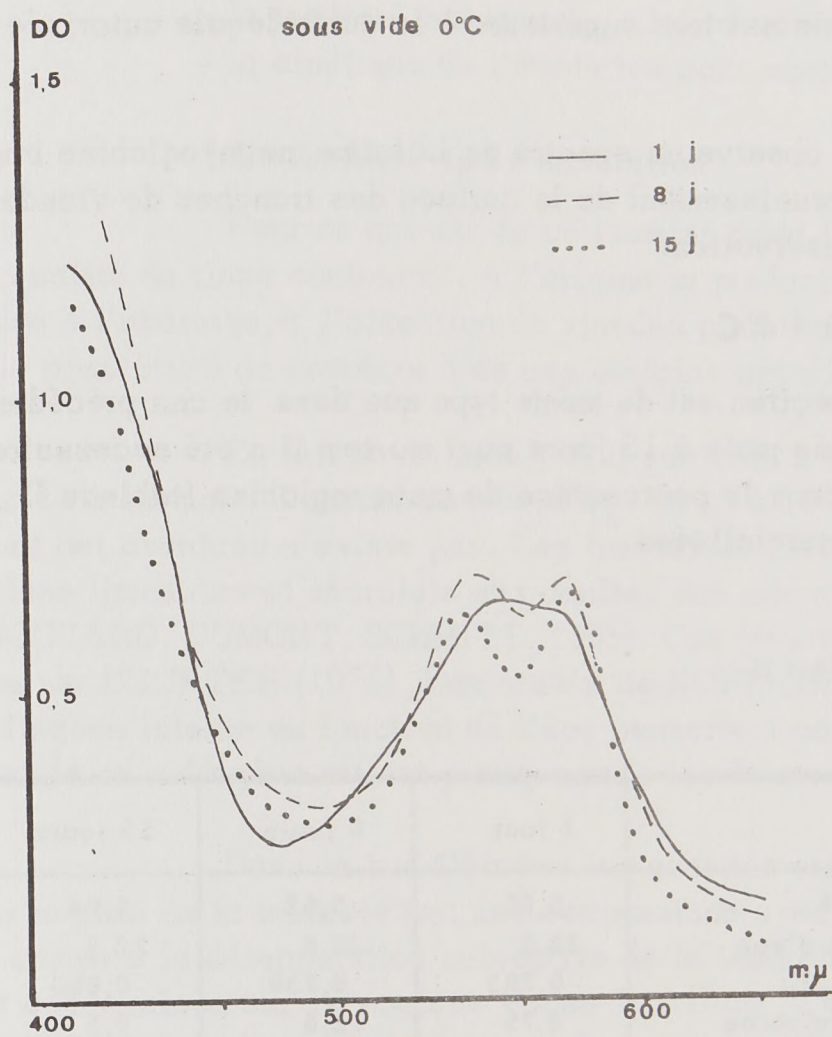
- faible teneur en pigment,
- oxygénation de la myoglobine sur une très faible épaisseur,
- structure ouverte du tissu entraînant une réflexion sur des couches profondes.

Par la suite la teinte évolue de façon différente selon le mode et la durée de conservation.

a) **Conservation sous vide.** La mise sous vide a été réalisée 1 jour *post mortem*.

Huit jours et quinze jours *post mortem*, après réexposition à l'air, on obtient le spectre de la forme oxygénée qui représente la couleur recherchée par le consommateur. Le pourcentage de metmyoglobine n'a pas évolué (tableau II). Seule la vitesse d'autoxydation des pigments augmente ce qui laisse présager qu'après réexposition à l'air la stabilité ne sera pas très différente de celle présentée par les échantillons soumis aux autres traitements. On peut considérer que sur cette faible durée de stockage la conservation a été très bonne.

b) **Barquettes.** La viande a été mise en barquettes 1 jour *post mortem*. Avec ce mode de conditionnement on note une évolution qualitative importante de la myoglobine (figure 2) qui passe à un jour de la forme réduite à pratiquement 90 % de la forme oxygénée à 8 jours, puis est presque totalement oxydée à 15 jours *post mortem*.



L'évolution entre 0 et 8 jours est très favorable à la couleur; jusqu'à huit jours on obtient un spectre de réflectance de la forme oxygénée presque pure. Ceci ajouté à une augmentation importante de l'intensité de la lumière réfléchie (très forte diminution de K/S 525 m μ entre 1 jour et 8 jours) confère aux échantillons ainsi conservés une couleur très intense mais claire. Il est intéressant de noter que cette durée de conservation de huit jours est très supérieure à la durée légale autorisée pour ce type de conditionnement.

A quinze jours *post mortem* on observe un spectre de la forme metmyoglobine brune. Pratiquement au cours de cette expérimentation le brunissement de la surface des tranches de viande s'est produit entre le 10ème et le 12ème jour de conservation.

c) Conservation sans emballage à +4° C

L'évolution de la forme des spectres est du même type que dans le cas précédent l'évolution est cependant plus lente et moins accusée mais à 15 jours *post mortem* il a été nécessaire de procéder à un parage important. Dans ces conditions le pourcentage de metmyoglobine (tableau II) n'est pas tel que ces viandes ne puissent être commercialisées.

TABLEAU II

Durée de conservation		1 jour	8 jours	15 jours
Conservation sous vide 0° C	pH	5,66	5,62	5,64
	rétenion d'eau	22,9	22,8	22,5
	K/S 525	0,793	0,730	0,690
	% Metmyoglobine	4,75	12,6	9,5
	Vitesse d'autoxydation	0,103	0,133	0,170++
Barquettes film perméable + 2° C	pH	5,5	5,5	5,5
	rétenion d'eau	21,2	22	21
	K/S 525	1,108	0,672+++	0,602+++
	% Metmyoglobine	6,3	14,8	74,6+++
	Vitesse d'autoxydation	0,103	0,135	-
Sans emballage + 4° C	pH	5,5	5,55+	5,59++
	rétenion d'eau	22,8	23,3	15+++
	K/S 525	0,940	0,802	0,610++
	% Metmyoglobine	13,5	13,6	38,5+
	Vitesse d'autoxydation	0,112	-	0,182++

Toutes les valeurs sont des moyennes de 6 animaux. Le muscle étudié est le Longissimus dorsi.

Différence par rapport à 1 jour + significatif au seuil 5 % ++ significatif au seuil 1 %
 +++ significatif au seuil 1 %.

II - LA TENDRETE

Le problème de la tendreté présente un double aspect :

- la tendreté maximum que les muscles peuvent atteindre après maturation,
- la cinétique de l'évolution *post mortem* de la tendreté.

II - 1 La tendreté après maturation

Pour ce qui est de ce premier point la tendreté doit être envisagée sous l'aspect teneur et qualité du tissu conjonctif. A l'origine la production des taurillons visait grâce à l'abaissement de l'âge à l'abattage, à l'obtention de viandes plus tendres que celles produites par des bovins adultes et à la possibilité de procéder à ce que certains appellent l'extension de découpe.

En fait il est bien établi que cela n'est possible que si l'âge à l'abattage n'excède pas 12 à 13 mois. Dans la tranche d'âge de 15 à 18 mois, où se situent les taurillons produits actuellement, cet avantage n'existe pas. Les travaux de DUMONT *et al.* (1963-1964) sur la comparaison des taurillons limousins et charolais aux adultes des mêmes races l'ont montré, de même pour la race FFPN (BOCCARD, DUMONT, SCHMITT, 1965). Ces résultats ont été confirmés depuis, tant par DUMONT (1971) que par BUCHTER (1971). Les études de KOPP (1971) sur l'évolution du degré de polymérisation du collagène interne en fonction de l'âge permettent de comprendre ces résultats; le degré de polymérisation de ce collagène atteint pratiquement dès 15 mois le stade adulte.

Dans le but d'étudier les qualités organoleptiques de muscles de taurillon nous avons sur le plan de la tendreté fait une comparaison avec des muscles de vaches de réforme de 1ère catégorie et comparé la détermination subjective de la tendreté avec la mesure objective de ce même paramètre. La comparaison sur 12 couples Vache-Taurillon a été effectuée après une maturation de 9 jours à +4°C. Il s'agissait de faux-filets, le mode de cuisson utilisé était la grillade. Le tableau III rapporte les résultats de cette comparaison

TABLEAU III

	Nbre de données	Moyenne des notes		+ calculé
Tendreté (dégustation)	538	Taurillon $6,71 \pm 1,53$ Vache $7,00 \pm 1,58$		$2,207 \times$
Tendreté objective	120	Travail W cmkg/cm ²	Taurillon $0,392 \pm 0,125$ Vache $0,395 \pm 0,126$	$0,2127$
		Cisaillement σ kg/cm ²	Taurillon $1,419 \pm 0,47$ Vache $1,430 \pm 0,04$	$0,2980$

$\times$ Significatif au seuil 5 %

Les mesures objectives ne révèlent pas de différences. Le point intéressant à remarquer est la différence entre les écarts types qui affectent les moyennes des mesures des forces de cisaillement et qui traduit une hétérogénéité beaucoup plus grande au niveau du collagène chez les taurillons. Par contre sur les mêmes échantillons le jury a mieux noté la tendreté des muscles de vaches et ceci avec des écarts types pratiquement égaux et faibles. Pour les deux types de muscle les notes moyennes

voisines de 7 sont bonnes. La différence, au niveau de la dégustation, entre vache et taurillon provient sans doute du fait que le dégustateur intègre dans sa note de tendreté, plus ou moins consciemment, certains aspects de succulence et de saveur.

II-2.-La cinétique de la maturation

Elle constitue le second volet de l'«étude de la tendreté». Il est fondamental de connaître la cinétique *post mortem* de la maturation surtout si l'on doit faire des comparaisons, en particulier de tendreté entre des animaux d'âges très différents qui risquent d'atteindre un degré optimal de maturation à des temps *post mortem* éloignés.

Le tableau IV résume l'évolution *post mortem* des caractéristiques mécaniques de deux muscles, le Long dorsal et le Pectoral profond. L'expérience a porté sur 8 taurillons normands et fri-sons âgés de 18 mois.

TABLEAU IV

Durée de stockage à + 4° C	1 jour	3 jours	8 jours	15 jours
Long dorsal W cmkg/cm ²	1,06 ± 0,3	0,65 ± 0,11	0,56 ± 0,17	0,59 ± 0,18
Pectoral	1,76 ± 0,4	1,20 ± 0,32	1,17 ± 0,22	1,19 ± 0,29
Long dorsal σ Kg/cm ²	2,06 ± 0,37	1,76 ± 0,39	1,94 ± 0,33	2,02 ± 0,37
Pectoral	4,07 ± 0,6	3,74 ± 0,6	4,59 ± 0,5	4,55 ± 0,5
Long dorsal W/ σ	0,52 ± 0,09	0,38 ± 0,08	0,29 ± 0,07	0,29 ± 0,05
Pectoral	0,44 ± 0,07	0,32 ± 0,06	0,26 ± 0,03	0,26 ± 0,04

On constate successivement une diminution du travail de cisaillement ce qui traduit l'évolution au cours de la maturation des protéines myofibrillaires, une stabilité, voire une légère augmentation dans le cas du Pectoral, de la force de cisaillement ce qui en première approximation indique que le tissu conjonctif n'évolue pas au cours de la période étudiée, enfin une diminution du coefficient W/σ qui, comme nous l'avons montré antérieurement (VALIN, PINKAS, 1971) (SALE, 1971), est un bon indice du degré de maturation.

Le point important est la cinétique d'évolution du coefficient W/σ . Le tableau V rapporte les seuils de signification des différences enregistrées pour ce coefficient aux différents moments de la maturation.

TABLEAU V

DIFFERENCES	Seuils de signification	
	Long dorsal	Pectoral
1 jour - 3 jours	0,001	0,001
3 jours - 8 jours	0,05	0,05
3 jours - 15 jours	0,02	0,05
8 jours - 15 jours	Non significatif	Non significatif

On constate que l'essentiel des transformations qui affectent les propriétés mécaniques des deux muscles étudiés interviennent dans les trois premiers jours *post mortem* donc beaucoup plus rapidement que dans le cas du muscle de bovin adulte.

Cette évolution *post mortem* très rapide est liée à des taux d'activités Cathepsine D libre très élevés. Mais plus généralement, les différentes transformations qui se produisent au cours de la maturation s'effectuent beaucoup plus rapidement, à une même température de conservation, dans les muscles de taurillons que dans les muscles de bovins adultes.

TABLEAU VI

	1 jour	8 jours	15 jours
% de déphosphorylation des nucléotides	LD 24,22 $\pm$ 8,0	44,54 $\pm$ 8,7	63 $\pm$ 8,07
	PA 14,9 $\pm$ 10	51,31 $\pm$ 13	66,2 $\pm$ 7,4
Acides gras libres mg acide palmitique/g lipide	LD 7,43 $\pm$ 3,2	20,9 $\pm$ 11,6	27,4 $\pm$ 9
	PA 4,6 $\pm$ 3,9	26,61 $\pm$ 12	50,17 $\pm$ 28

LD = Long dorsal ; PA = pectoral ascendant.

Le tableau VI rapporte la cinétique de déphosphorylation des nucléotides ainsi que celle de la lypolyse dans les muscles de taurillons conservés à +4°C. Comparé aux résultats obtenus sur bovins (VALIN, CHARPENTIER, 1969) dans le cas des muscles de taurillon le pourcentage de déphosphorylation à 8 jours *post mortem* est équivalent à celui enregistré après 15 jours de maturation chez l'adulte de même que les lipides (PEARSON, 1968).

D'une façon générale on peut dire que les transformations qui se produisent au cours de la maturation interviennent beaucoup plus rapidement chez le jeune bovin que chez l'adulte.

III - SAVEUR ET SUCCULENCE

III - 1 Comparaison Vache-taurillon par tests de dégustation

La comparaison a été réalisée sur les 12 couples utilisés pour l'étude de la tendreté. Le tableau VII résume les résultats des dégustations.

TABLEAU VII

Critères	Nbre de données	Moyenne des notes	+ calculé
Succulence	538	T 5,86 V 5,97	0,1546
Saveur	534	T 5,72 V 5,97	1,99 ^x

Différence significative au seuil 5 %

Pour procéder à cette comparaison nous avons fait un test triangulaire et nous avons demandé aux dégustateurs de donner une note de 0 à 10 pour les critères jugés.

L'échantillon unique dans le test triangulaire a été reconnu en moyenne à 80,23 % ce qui prouve qu'il existe bien une différence entre muscles de vache et de taurillon. Toutefois les critères qui ont permis aux dégustateurs de porter leur jugement ne sont pas uniquement d'ordre gustatif. Le problème de la couleur interfère et dans ce type de comparaison enlève beaucoup de valeur au test triangulaire. La différence de couleur, notable sur la viande crue, a tendance à augmenter après cuisson.

En ce qui concerne la succulence, les différences observées à l'avantage de la viande de vache ne sont pas significatives. Elles sont peut-être liées à une rétention d'eau légèrement meilleure chez l'adulte. En général les dégustateurs ont constaté dans le cas des taurillons une succulence importante au début de la mastication, puis la viande devient rapidement sèche, ceci a peut-être contribué à faire baisser la note de tendreté des viandes de taurillon.

Sur le plan de la saveur, la viande de vache s'est révélée plus savoureuse; la différence est significative au seuil 5 %, et par couples, dans 8 cas sur 12, la différence a été significative au seuil 1 % en faveur de la viande de vache; pour les 4 couples restant la différence non significative était en faveur de la viande de taurillon.

Aspect biochimique

Le déterminisme biochimique de la saveur est très complexe; il n'était pas question d'aborder ce problème dans cette étude au cours de laquelle nous nous sommes contentés de comparer les muscles de vaches et de taurillons sur un certain nombre de caractéristiques biochimiques simples.

Les échantillons soumis à la dégustation ne présentent pas de différence significative pour un certain nombre de caractères à savoir le pH, la rétention d'eau, le glycogène résiduel, le glucose, le glucose 6 phosphate et l'acide lactique; cependant il faut noter que toutes les déterminations sur taurillons sont affectées d'un écart type supérieur à celles relatives aux vaches.

De même, pour l'ammoniaque et les acides aminés libres, aucune différence significative n'apparaît globalement. Les seules différences significatives dans le domaine des acides aminés libres se trouvent au niveau de la glycine, de l'acide aspartique et de la proline qui sont présents en quantité supérieure dans le muscle de taurillon, de même que pour la citruline et la somme asparagine plus glutamine. Il n'y a pas non plus de différence significative dans la répartition entre acides aminés libres acides et basiques. Finalement, les seules différences significatives se situent au niveau de la teneur en pigment, du pourcentage de déphosphorylation des nucléotides et des fractions lipidiques intracellulaires (tableau VIII).

TABLEAU VIII

Teneur en myoglobine mg/g tissu		% de phosphoryl. nucléotide		% lipides totaux		% triglycérides	
T	V	T	V	T	V	T	V
4,39 ± 0,8 —	7,28 ± 2 xxx	41,1 ± 8,5 —	34,67 ± 6,4 x	1,67 ± 0,6 —	2,41 ± 1,15 x	1,04 ± 0,6 —	1,77 ± 1,1 x

x significatif au seuil 10 %

xxx significatif au seuil 1 %.

Nous ne revenons pas sur la teneur en myoglobine et la déphosphorylation des nucléotides si ce n'est pour ajouter pour ces derniers que cette différence traduit un taux plus faible d'IMP dans le muscle de taurillon mûré comparé aux muscles de vache, or l'IMP est un réhausseur de la saveur. Quant aux lipides la différence est sensible mais l'écart type qui affecte le pourcentage des lipides totaux est élevé dans le cas des muscles de vache ce qui abaisse le seuil de signification de la différence. Dans le muscle de vache il y a proportionnellement plus de triglycérides, la quantité de phospholipides est identique dans les deux cas quantitativement et qualitativement. Par contre dans le cas des triglycérides on enregistre une différence dans la composition en acides gras au moins pour trois acides :

- Acide myristiques (C 14), différence significative $P = 0,1$
- Acide palmitoléique (C 16 1 Δ) $P = 0,1$
- Acide palmitolique (C 16 2 Δ) $P = 0,05$

Dans les muscles de taurillons étudiés il y avait plus d'acide myristique, plus d'acide palmitoléique et deux fois plus d'acide palmitolique.

On peut être tenté de penser que les différences entre les critères biochimiques sont faibles comparées à celles enregistrées par les dégustateurs. Cependant il ne faut pas oublier que de très faibles variations au niveau des composants de la saveur peuvent influencer largement sur celle-ci.

CONCLUSION

Tous ces résultats finalement confirment un fait bien connu qui est la grande variabilité des «qualités» viandes des taurillons ; hétérogénéité dans la teneur en pigment donc de certaines caractéristiques de la couleur, variabilité aussi sans doute au niveau de la «qualité» du collagène, de son degré de polymérisation, avec les conséquences indiquées précédemment dans le déterminisme de la tendreté.

Cette hétérogénéité peut être en elle-même une source de progrès car manifestement il existe des types d'animaux plus aptes que d'autres à donner une viande dont les caractéristiques se rapprochent de celles des bovins adultes, pour un âge à l'abattage n'excédant pas 15 à 16 mois. Les effectifs examinés dans cette étude ne sont pas suffisants pour que l'on puisse quantifier les différences de «qualité» en fonction du facteur race.

Le second point à mentionner est la différence entre les cinétiques de maturation des viandes de taurillon et celles des bovins adultes, différence qui explique peut-être la réputation de fragilité des viandes de jeunes bovins pour lesquelles en fait les transformations *post mortem* interviennent très rapidement.

Cette évolution *post mortem* rapide des caractéristiques des viandes de taurillon doit permettre sur le plan commercial de les distribuer plus rapidement, à tendreté égale, que celles de bovins traditionnels. Ceci ne peut être que bénéfique pour le consommateur et va de pair avec l'intérêt du distributeur. Cette possibilité de réduire le temps entre l'abattage et la vente est aussi très favorable à l'obtention d'une bonne couleur.

Le problème de la coloration est double: d'une part il faut obtenir une couleur attrayante et, d'autre part, une bonne stabilité de cette couleur. Comme nous avons pu le montrer on peut pallier l'insuffisance de couleur des viandes de taurillon mais pour cela, compte tenu de la structure de ces viandes et de leur faible teneur en pigment, il faut réaliser une oxygénation profonde du muscle. Cet impératif nécessite une température de stockage ou de présentation aussi proche que possible de 0°C et un temps d'oxygénation long, toutes conditions qu'il est peut-être difficile de réaliser avec une distribution de type conventionnel. Par contre la distribution sous forme préemballée devrait sans doute permettre de tirer parti au mieux des caractéristiques de ces viandes sur le plan de la couleur. En collaboration avec l'ITEB nous poursuivons d'une façon approfondie l'étude des problèmes techniques posés par la distribution de ces viandes dont manifestement il faut apprendre à utiliser au mieux les potentialités.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERANGER C., GEAY Y., 1970. La production de viande par les jeunes bovins. Edition S.E.I., C.N.R.A., VERSAILLES - Etude n°46
- BOCCARD R., 1970 La production de viande par les jeunes bovins. Edition S.E.I., C.N.R.A., VERSAILLES Etude n°46
- BOCCARD R., DUMONT B.L., SCHMITT O., 1969. Ann. Génétique 1, 178
- BUCHTER L., 1971. 17ème Congrès Européen des Chercheurs sur la viande
- DUMONT B.L. et al., 1963 et 1964. Lab. Rech. Viande - I.N.R.A. Bull. Tech. n°1 et n°2

DUMONT B.L., 1971. 17ème Congrès Européen des Chercheurs sur la viande

LE GUELTE P., DUMONT B.L. 1970. La production de viande par les jeunes bovins - Edition S.E.I. C.N.R.A. - VERSAILLES - Etude n°46

KOPP J., 1971. I.N.R.A. Bull. Tech. du C.R.Z.V., n°5

PEARSON D., 1968 J. Sci. Food Agric. (19), 357

SALE P., 1971. 17ème Congrès Européen des Chercheurs sur la Viande

STEWART et al. 1965. J. of Food Sci. 30 (3), 464

VALIN C., CHARPENTIER J., 1969. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 9 (4), 555

VALIN C., PINKAS A., 1971. Ann. Technol. Agric., 20 (2), 167.

DEWITT E.L. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

LEWIS E.L. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

LEWIS E.L. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

PEARSON, 1968. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

SALE P. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

STEWART E.L. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

VALIN C. 1971. *Water Control Engineering*. McGraw-Hill, New York.

IMPORTANCE D'ESCHERICHIA COLI DANS L'ETIOLOGIE DE LA DIARRHEE NEONATALE DU VEAU ET EFFICACITE DE QUELQUES MESURES PROPHYLACTIQUES ET THERAPEUTIQUES

Laboratoire de Microbiologie
M. CONTREPOIS et Ph. GOUET

Ω Ω Ω

Dès 1925 T. SMITH (1) avait montré que la diarrhée néonatale du veau pouvait être due à une infection causée par *Escherichia coli*. A partir de 1950 INGRAM, LOWELL et WOOD dans une série de travaux constataient aussi que cette maladie est effectivement, le plus souvent, associée à une prolifération anormale d'*E. coli* dans les segments antérieurs de l'intestin grêle (duodénum, jéjunum) suivie ou non d'une septicémie. Plus récemment ces résultats sont confirmés par W. SMITH (2) dans son étude écologique de la microflore intestinale de différentes espèces animales. Cet auteur conclut, qu'exception faite pour *E. coli*, il n'y a pas de différences significatives aux points de vue quantitatif et qualitatif dans la composition de la microflore entre l'animal sain et celui qui présente une diarrhée.

Nous avons, dans un premier temps, mesuré cette présence anormale des *E. coli* chez nos animaux diarrhéiques et déterminé les sérotypes.

Dans un deuxième temps, nous avons, dans un troupeau, mesuré l'efficacité de quelques mesures prophylactiques et thérapeutiques visant à empêcher les infections dues aux *E. coli* pathogènes.

IMPORTANCE D'E.COLI DANS L'ETIOLOGIE DE LA DIARRHEE NEONATALE DES VEAUX

Au cours de nos recherches sur l'implantation et la composition de la microflore intestinale du veau nouveau-né, dans les différents segments du tube digestif, nous avons dénombré de façon systématique *E. coli* dans le duodénum et le jéjunum de 11 veaux sains et 17 veaux diarrhéiques, et recherché cette même espèce dans les organes des animaux malades.

Tous les veaux étaient âgés de 1 à 15 jours. Les animaux diarrhéiques étaient d'origines et de races diverses (domaine expérimental de Laqueuille, troupeau du C.R.Z.V., élevage des villages voisins du C.R.Z.V.) et les veaux sains, en majorité de race Frisonne, provenaient de l'étable du C.R.Z.V.

Les résultats du tableau 1 montrent très nettement qu'il n'y a pas d'*E. coli* (moins de 10^2 /g de contenu intestinal) ou peu (maximum 5×10^4 /g) dans le duodénum et le jéjunum des animaux sains. Par contre, chez les animaux malades, on trouve presque toujours dans ces mêmes segments des nombres élevés mais très variables (10^4 à 10^9 /g) d'*E. coli*. Chez ces animaux, l'infection est localisée, affectant seulement l'intestin grêle et les ganglions mésentériques (veaux 12, 13, 17) ou alors présente un caractère septicémique ou bactériémique (veaux 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16). Toutefois le veau n°1, mort de diarrhée sans septicémie, fait exception, car son intestin n'héberge pas un nombre anormalement élevé d'*E. coli*.

Les résultats du tableau 2 illustrent chez les animaux 3 et 5 le caractère homogène de l'infection par un même sérotype pathogène retrouvé à la fois dans l'intestin et dans les organes.

TABLEAU I
EXAMENS BACTERIOLOGIQUES DE CONTENUS INTESTINAUX
ET D'ORGANES DE VEAUX DIARRHEIQUES ET SAINS

		Nombre E. coli/ g de contenu intestinal		Présence d'E. coli dans les organes			
		Duodénum	Jéjunum	ganglions	Foie	Rate	Rein
Animaux diarrhéiques 1970 - 1971	1	$< 10^1$	10^4	+	-	-	-
	2	10^4	10^4	+			+
	3	$1,5 \times 10^4$	10^8	+	+	+	+
	4	$< 10^1$	8×10^8	+	-	+	+
	5	$1,7 \times 10^8$	$1,2 \times 10^9$	+	+	+	+
	6	5×10^4	$1,8 \times 10^5$	+	+	+	-
	7	$3,4 \times 10^8$	$1,4 \times 10^7$	+	+	+	+
	8	3×10^7	9×10^9	+	-	-	+
	9	$4,5 \times 10^6$	$1,8 \times 10^7$	+	+	+	
Animaux diarrhéiques 1971 - 1972	10	$6,3 \times 10^5$	10^5	+	+	+	
	11	8×10^4	$3,6 \times 10^9$	+	+	+	
	12	$1,4 \times 10^5$	10^5	+	-	-	
	13	$4,5 \times 10^8$	$9,5 \times 10^7$	+	-	-	
	14	3×10^4	$7,3 \times 10^7$	+	+	+	+
	15	8×10^6	$2,3 \times 10^6$	+	+	+	+
	16	$1,2 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$	+	+	+	+
	17	$3,6 \times 10^8$	$4,5 \times 10^8$	+	-	-	-
Animaux sains	1'		$< 10^2$				
	2'		$< 10^2$				
	3'		$< 10^2$				
	4'		$< 10^2$				
	5'	toujours inférieur à 10^2	10^4				
	6'		5×10^4				
	7'		$< 10^2$				
	8'		10^3				
	9'		$< 10^2$				
	10'		$< 10^2$				
	11'		$< 10^2$				

TABLEAU II
TYPAGE SEROLOGIQUE DES E. COLI
(1970 - 1971)

n° du veau \ organes	duodénum	jéjunum	Iléon	Caecum	ganglions	rate	rein	foie
2	?	01	04	-	-	-	01	-
3	086	086	086	011	086	086	086	086
4	-	-	-	-	09	-	09	015, 17, 106
5	0101	0101	0101	-	0101	0101	-	0101
6	-	086	-	086	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	0101	0101

? : indéterminé avec les sérums dont nous disposions
- : recherche qui n'a pas été effectuée
015, 17, 106 : variété qui agglutine au même titre avec les sérums 015, 017, 0106.

Nos résultats confirment, si besoin est, que ces diarrhées ont bien comme caractéristique mesurable, au plan bactériologique, un nombre anormalement élevé d'*E. coli* dans le duodénum et le jéjunum. Dans 80 % des cas d'infection se généralise (septicémie ou bactériémie), mais pour certains animaux il semble que seule une infection entérique localisée soit en cause, les *E. coli* atteignant tout au plus les ganglions mésentériques.

Ces seuls résultats ne permettent pas de juger du rôle exact des *E. coli* dans les diarrhées néonatales car nous ne connaissons pas les facteurs qui favorisent cette prolifération. Nous ignorons donc si *E. coli* est l'agent étiologique primaire ou le révélateur de perturbations dépendantes d'autres facteurs.

Quelle que soit la réponse, il est très probable que la régression de la croissance d'*E. coli* dans l'intestin grêle doit permettre d'éliminer un des facteurs, sans doute essentiel, qui conduit à la mort de l'animal.

EFFICACITE DE QUELQUES MESURES PROPHYLACTIQUES ET THERAPEUTIQUES

Toutes les mesures prophylactiques et thérapeutiques adoptées visent à éliminer les *E. coli* pathogènes de l'environnement du veau (microbisme ambiant) et « in situ », dans l'intestin. Cette expérimentation a été conduite sur le troupeau de vaches allaitantes du domaine expérimental de Laqueuille dont certaines caractéristiques doivent être précisées.

En premier lieu, le troupeau comprend une centaine de **vaches allaitantes** de races Salers, Aubrac et Charolaise principalement. Cette caractéristique implique que **le veau, pour s'allaiter, reste en permanence à proximité de sa mère.**

En second lieu, ce domaine expérimental situé à 1100 m d'altitude connaît, en hiver, des conditions climatiques extrêmement sévères qui imposent un séjour en étable de la mi-Novembre à la fin-Avril. En conséquence, les veaux naissent et passent les premiers mois de leur vie dans l'atmosphère confinée de l'étable et dans une concentration importante d'animaux jeunes et adultes.

Enfin, en règle générale, la morbidité et la mortalité dues à la diarrhée sont importantes dans toute cette région.

- Isolement des veaux à la naissance dans des cases avec leur mère

Les expériences de ROY (4) ont montré que le microbisme d'étable, le surpeuplement et le séjour ininterrompu de lots de veaux dans les locaux d'élevage favorisaient l'apparition de diarrhée et l'augmentation corrélative de la mortalité.

Afin de soustraire les veaux à leur naissance et pendant 10 jours aux germes pathogènes pouvant être présents en grand nombre dans l'étable, on fait vèler les vaches dans des cases individuelles, couvertes et fermées, à l'extérieur de l'étable, où elles restent avec leur veau pendant une dizaine de jours

- Vaccination anticolibacillaire des vaches gestantes

Pour enrichir le colostrum des vaches en anticorps spécifiques contre les sérotypes pathogènes d'*E. coli*, on vaccine les vaches contre les sérotypes les plus fréquemment trouvés chez les veaux diarrhéiques en France (VALLEE, RENAULT 1971) (3) (vaccination 1970-1971) ou contre les sérotypes qui ont été identifiés dans ce troupeau (vaccination 1971-1972).

- Distribution de bactériophages aux veaux

La distribution de bactériophages spécifiques des *E. coli* pathogènes aux veaux, à leur naissance, vise à réprimer le développement de cette espèce dans l'intestin du veau.

- Antibiothérapie

Des antibiogrammes sont réalisés sur les souches d'*E. coli* isolées des fèces de veaux malades de façon à orienter le choix des antibiotiques à administrer.

A - RESULTATS GENERAUX

Au cours de l'hiver 1970-1971, 91 vêlages ont engendré 89 veaux nés vivants. La figure 1 donne la répartition mensuelle des naissances sur la période de vêlage et l'évolution de la mortalité et de la morbidité due à la diarrhée.

Il apparaît que pratiquement tous les animaux sont atteints de diarrhée et la mortalité atteint 21,4 % des veaux nés vivants, ce qui est considérable.

B - TRAITEMENTS PROPHYLACTIQUES

1^o) Vêlage dans des cases individuelles

Les vaches sont installées dans les cases 2 à 3 jours avant la date de vêlage prévue. Elles y restent une dizaine de jours avec leur veau. Passé ce délai, vaches et veaux retournent à l'étable. La case alors nettoyée est changée de place et désinfectée avec de l'eau de javel.

Trente trois vaches ont ainsi vêlé dans des cases. La morbidité des 32 veaux nés vivants dans ces conditions est légèrement inférieure à celle des veaux nés dans l'étable (81,2 % contre 92,8 %) mais la mortalité est nettement inférieure (9,4 % contre 28 %), la différence étant significative au niveau 5 % (test de χ^2) (figure 2).

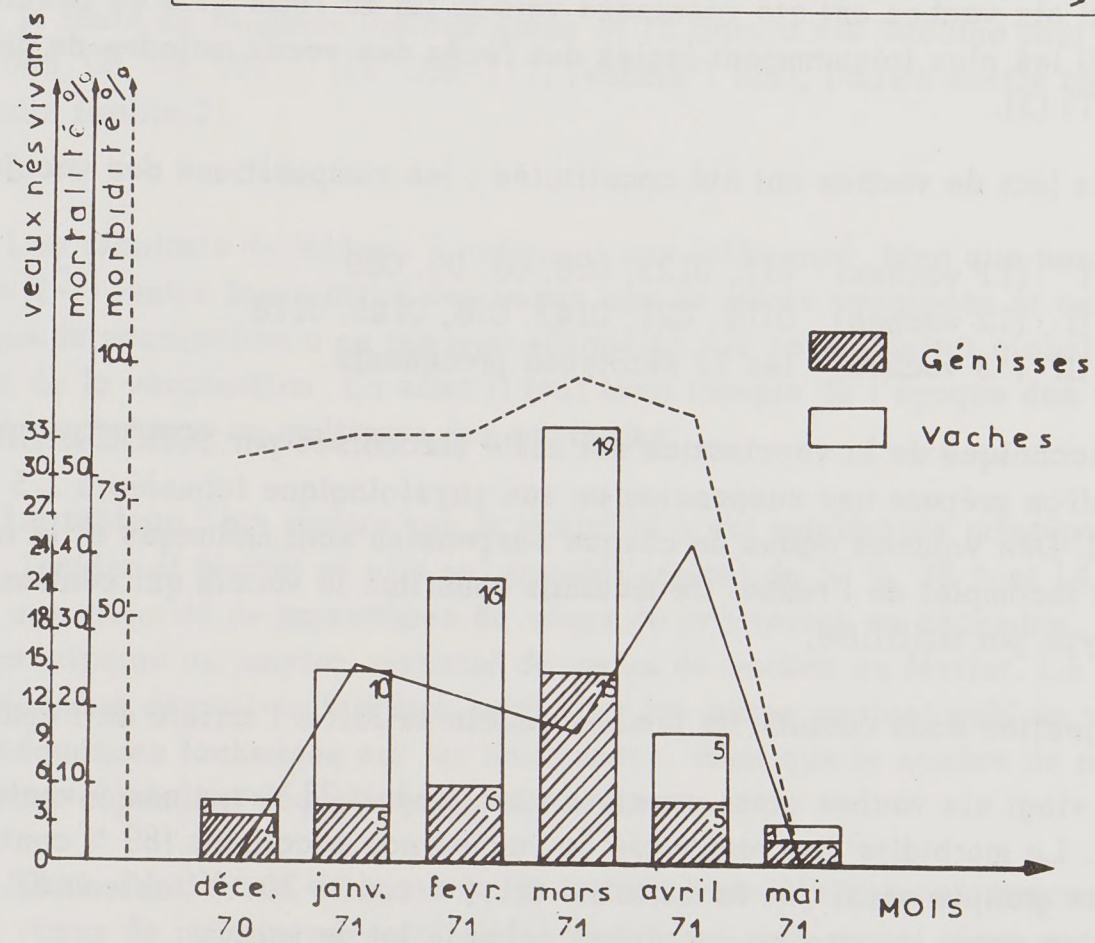
L'isolement des veaux avec leur mère a donc été nettement bénéfique. L'examen du tableau 3 révèle en outre, qu'à l'intérieur de l'étable comme dans les cases, le délai d'apparition de la diarrhée diminue lorsque la période de vêlage avance. Comme ROY (4) l'avait montré, lorsque la durée d'occupation des locaux et la concentration en veaux augmentent, l'effet observé semble indiquer une élévation du nombre de germes pathogènes et (ou) de leur virulence. Les veaux nés dans les cases contractent la diarrhée plus tardivement que ceux nés dans l'étable. Ceci peut s'expliquer précisément par le fait que, dans ces conditions, l'environnement immédiat du veau est moins contaminé. Toutefois les risques demeurent puisque la mère peut être porteuse de germes et que les soins aux animaux sont assurés par le même personnel dans l'étable et dans les cases. La solution la plus satisfaisante consiste à isoler plus efficacement les veaux, mais l'allaitement obligatoire par les mères ne permet pas d'appliquer cette mesure.

TABLERAU III

AGE DES VEAUX A L'APPARITION DE LA 1^{ère} DIARRHÉE

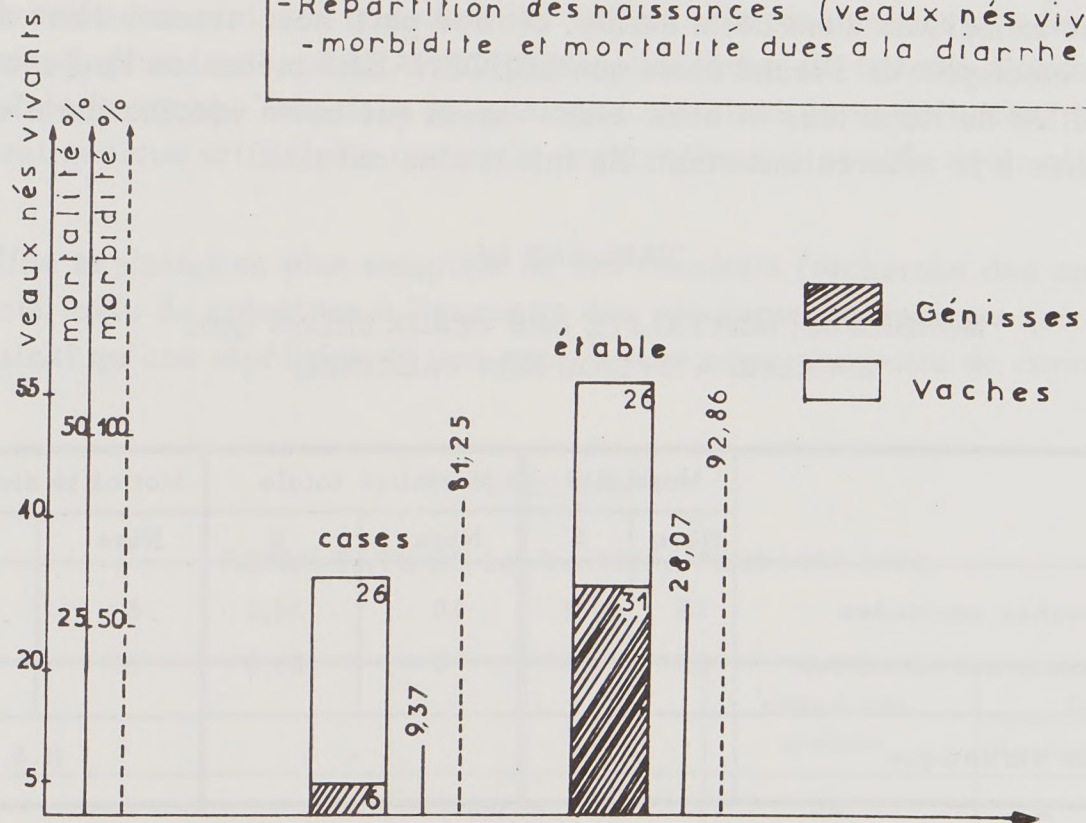
Mois	en cabane	à l'intérieur de l'étable
Déc. 70	36 jours	29,33 jours
Janv. 71	10,25 "	7,12 "
Fév. 71	9,33 "	4,41 "
Mars 71	9,45 "	3,81 "
Avril 71	3,66 "	5,50 "
Mai 71	pas de diarrhée	pas de vêlage intérieur

- Répartition des naissances (veau né vivant)] selon les mois
- morbidité et mortalité dues à la diarrhée de vêlage



- FIGURE 1 -

- Répartition des naissances (veau né vivant)] selon le lieu
- morbidité et mortalité dues à la diarrhée de vêlage



- FIGURE 2 -

2°) Vaccination anticolibacillaire des vaches gestantes

a) Campagne 1970-1971

Vingt six vaches ont été vaccinées vers la fin du 7ème mois de gestation avec les 12 sérotypes d'*E. coli* les plus fréquemment isolés des fèces des veaux malades de diarrhée en France (VALLEE, RENAULT) (3).

Trois lots de vaches ont été constitués ; les compositions des vaccins ont été les suivantes :

Lot I (11 vaches) 011, 0123, 020, 08, 09, 086
 Lot II (12 vaches) 0101, 021, 0143, 078, 0145, 0118
 Lot III (3 vaches) les 12 sérotypes précédents.

La technique de la vaccination est celle préconisée par SCHOENAERS (5). Pour chaque sérotype d'*E. coli* on prépare une suspension en eau physiologique formolée à 2,5 % renfermant 2×10^{10} bactéries/ml. Des volumes égaux de chaque suspension sont mélangés et le tout est dilué au demi avec l'adjuvant incomplet de Freund. Ce mélange constitue le vaccin qui contient 2×10^9 bactéries de chaque sérotype par millilitre.

L'injection sous cutanée de 5 ml de vaccin se fait à l'arrière de l'épaule.

Les vingt six vaches ainsi vaccinées ont produit 28 veaux nés vivants et les 23 non vaccinées, 25 veaux. La morbidité des veaux nés de vaches non vaccinées (89 % contre 92 %) est comparable dans les deux groupes ainsi que la mortalité (21,4 % contre 20 %) (tableau 4). Il n'y a pas de différence significative parmi les vaches vaccinées selon le lot de vaccin.

Cette vaccination n'a donc apporté aucune amélioration et ce résultat peut en partie s'expliquer par le fait que les vaches ont été vaccinées sans que l'on ait identifié les sérotypes pathogènes responsables de la maladie dans cette étable. D'autre part, nous avons utilisé dans la préparation du vaccin, l'adjuvant incomplet de Freund alors que SCHOENAERS préconise l'adjuvant complet. Ce dernier contient des bacilles de Koch tués et nous avons craint que cette vaccination n'entraîne une réaction positive des vaches à la tuberculinisation. En fait il n'en est rien.

TABLEAU IV

MORBIDITE, MORTALITE DES VEAUX SELON QUE
LA MERE A ETE OU NON VACCINEE

	Morbidité		Mortalité totale		Mortalité diarrhée	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Veaux de vaches vaccinées	25	89,3	10	34,5	6	21,4
Veaux de vaches non vaccinées	23	92,0	6	23,0	5	28,0
Signification statistique	-		-		N.S.	

b) Campagne 1971-1972

Pour la campagne de vaccination 1971-1972 nous disposons du résultat des typages sérologiques de la saison précédente ce qui a permis une meilleure adaptation du vaccin. Par ailleurs nous avons utilisé, dans sa préparation, l'adjuvant complet de Freund.

Fin Novembre, une partie du troupeau (les vaches vêlant avant le 15 mars 1972) a été vaccinée pour moitié contre les sérotypes d'*E. coli* 0101, 0137, 078, 086, 026, 055, 0114, 021 (Vaccin 1); l'autre moitié a reçu un vaccin témoin contenant seulement l'adjuvant de Freund, (vaccin témoin). Le 20 Janvier 1972, le reste du troupeau (vêlage après le 15 mars) a été vacciné pour moitié contre les sérotypes 0101, 086, 08, 09, 021, 0 (15-106-117) (vaccin 1 bis), l'autre moitié recevant l'adjuvant de Freund seul (vaccin témoin 2).

Les résultats du tableau 5 indiquent une différence, bien que non significative au niveau 5 % (test de χ^2), entre la mortalité des veaux nés de mères vaccinées et celle des témoins. Ceci semble montrer que la vaccination a eu quelque efficacité. Ce seul résultat global rend imparfaitement compte des effets de la vaccination. En effet il faut tenir compte de l'époque des vêlages, de leur densité et du caractère primipare ou multipare des gestantes.

Le tableau 5 bis montre que la mortalité s'est manifestée principalement chez les veaux nés en décembre, janvier et février où elle est respectivement de 53 %, 28 % et 14,6 %. Cette évolution est corrélative à une majorité de naissances de veaux de primipares en décembre, moitié veaux de vaches, moitié veaux de primipares en janvier, majorité de veaux de vaches en février. Le cas des naissances intervenues en décembre devrait en fait être exclu, car les mères avaient subi un traitement hormonal qui a eu des conséquences facheuses sur les naissances. Bien que le nombre de nos observations soit réduit, nous pouvons cependant dégager quelques tendances.

Ainsi, l'évolution de la mortalité semble bien liée aux naissances provenant de primipares car, sur 15 veaux de primipares vaccinées 2 seulement sont morts, alors que, chez les témoins, 11 sur 20 sont morts de diarrhée ; on n'observe pas cette différence chez les vaches.

Examiné sous le seul aspect du transfert de l'immunité colostrale naturelle, ce dernier semble moins bon chez les génisses que chez les vaches. On peut penser que le « passé immunologique » naturel de la génisse, plus court, ne lui a pas permis d'élaborer un spectre d'anticorps bactéricides aussi large que celui de la vache. Toutefois les génisses semblent potentiellement très aptes à répondre à une stimulation antigénique artificielle comme la vaccination qui semble avoir efficacement protégé les veaux.

Une exploitation plus complète de nos résultats (recherche des anticorps agglutinants et du pouvoir bactéricide du colostrum à l'encontre des sérotypes pathogènes qui ont sévi dans le troupeau cet hiver), ainsi qu'une répétition de ces expériences nous permettra de conclure plus nettement.

TABLEAU V
RESULTATS DE LA VACCINATION 1971-1972

		Veaux nés vivants	Mortalité	
			Nombre	%
Lot de vaccin n° 1 et 1 bis	23 vaches	24	4	15,4 %
	15 primipares	15	2	
« Vaccin » témoin	17 vaches	20	2	33 %
	18 primipares	20	11	

TABLEAU V bis

REPARTITION DE LA MORTALITE PAR DIARRHEE
SELON LE MOIS DE VELAGE ET QUE LA MERE EST OU NON VACCINEE

Nombre de veaux nés vivants selon le mois de vêlage	Mortalité totale par diarrhée	Répartition de la mortalité nbre de veaux morts par diarrhée nbre de veaux nés vivants	% de mortalité	
			mère vaccinée	mère non vaccinée
17 veaux en décembre	53 %	Primipares vaccinées 1/2 non vaccinées 6/9 vaches vaccinées 1/4 non vaccinées 1/2	33 %	67 %
18 veaux en janvier	28 %	Primipares vaccinées 1/5 non vaccinées 2/3 vaches vaccinées 1/4 non vaccinées 1/2	33 %	22 %
27 veaux en février	14 %	Primipares vaccinées 0/4 non vaccinées 3/7 vaches vaccinées 0/11 non vaccinées 1/5	0 %	33 %
12 veaux en mars	0 %			
4 veaux en avril	(25 %)			

3^o) Distribution de bactériophages spécifiques de certains *E. coli* pathogènes

Jusqu'à l'âge de 7 jours les veaux des vaches non vaccinées reçoivent un mélange de bactériophages spécifiques de certains *E. coli* pathogènes.

Pendant les 3 premiers jours chaque veau reçoit le contenu de 2 ampoules de bactériophages dilué dans 300 à 400 ml d'eau bicarbonatée à 1 g/l. Les 4 jours suivants il ne reçoit plus qu'une ampoule. Vingt sept veaux, soit 30,3 % des veaux nés vivants, ont ainsi été traités.

Le tableau 6 indique des pourcentages de mortalité qui semblent plus grands chez les veaux traités (29,6 %) que chez les veaux non traités (17,7 %). Toutefois l'analyse statistique (test de χ^2) ne révèle pas de différence significative.

Cette prophylaxie a donc été sans effet sur la mortalité. Ceci peut s'expliquer par le fait que le mélange de bactériophages utilisé n'était pas en mesure de lyser les souches responsables de la diarrhée.

Il n'est d'ailleurs pas prouvé, dans ce domaine, que l'effet lytique observé in vitro, se traduise in vivo par une élimination des souches sensibles (DUCLUZEAU) (6).

TABLEAU VI
MORBIDITE, MORTALITE SELON QUE LE VEAU
A RECU OU NON DES BACTERIOPHAGES

	Morbidité		Mortalité totale		Mortalité diarrhée	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
Veaux ayant reçu des phages	26	96,30	9	33,3	8	29,6
Veaux n'ayant pas reçu de phages	52	83,7	19	26,8	11	17,7

C - MESURES THERAPEUTIQUES

Pour orienter l'antibiothérapie, des antibiogrammes (méthode des disques) sont réalisés sur les souches d'*E. coli* isolés des fèces des animaux diarrhéiques. Il est apparu que certains antibiotiques (tableau 7) étaient, dès le début des vêlages, sans effet sur les souches d'*E. coli* (auréomycine, chloramphénicol, terramycine, sulfafurazol). D'autres antibiotiques (ampicilline, streptomycine, pristinamycine, colimycine, pénicilline, néomycine), actifs in vitro sur les souches d'*E. coli* isolées au début de la période de vêlage, sont devenus inactifs puis à nouveau actifs en fin de période de vêlage, après que l'on ait cessé de les utiliser pendant un mois et demi à deux mois.

Pour un troisième groupe d'antibiotiques (furadoïne, érythromycine, furoxane) nous n'avons pas décelé de souches résistantes in vitro. Une antibiothérapie bien conduite suppose donc leur utilisation pour contrôler, pendant un certain temps au moins, les infections à *E. coli*. L'utilisation de ces antibiotiques pendant la saison 1971-1972 n'a cependant pas donné des résultats satisfaisants bien que les *E. coli* alors isolés fussent sensibles in vitro.

TABLEAU VII

RECHERCHE DES ANTIBIORESISTANCES DES E. COLI

Antibiotiques	Fin février	Mars	Avril-Mai
Auréomycine	-	-	-
Chloramphénicol	-	-	-
Ampicilline	+	-	±
Kanamycine	-	-	±
Streptomycine	±	-	+
Furadoïne	+	+	+
Erythromycine	+	+	+
Pristinamycine	+	-	±
Furoxane	+	-	±
Colimycine	+	±	±
Tétracycline	-	-	-
Terramycine	-	-	-
Sulfafurazol	-	-	-
Pénicilline	±	-	±
Néomycine	+	-	±

- souche résistante

+ souche sensible

D - TYPAGE SEROLOGIQUE DES E. COLI ISOLÉS EN 1970-1971

Le typage sérologique a été effectué à la fois à l'Institut Pasteur de Paris selon la technique d'agglutination en tubes et par nous-mêmes selon la technique d'agglutination sur lames.

L'Institut Pasteur dispose de la gamme presque complète des 149 antisérums de type O mais la plupart ne sont pas commercialisés. Pour notre part nous avons utilisé des antisérums dans le commerce (Difco) pour la recherche des sérotypes 08, 09, 011, 015, 020, 021, 026, 055, 078, 086, 0111, 0117, 0145, ou préparés par nos soins selon la technique préconisée par SOJKA (7) pour la recherche des sérotypes 0101, 0114, 0115, 0118, 0123, 0137, 0143.

Les résultats du typage sérologique des *E. coli* isolés des fèces de 23 veaux diarrhéiques (à raison de 3 souches par animal) figurent dans le tableau 8. *E. coli* 0101 est très souvent identifié. On trouve ensuite 021, 08, 09, 086 connus pour être pathogènes chez les veaux (GLANTZ) (8). La souche 015, 17, 106 que nous ne pouvions pas typer avec les sérums dont nous disposions, est identifiée de façon incomplète par l'Institut Pasteur. L'infection qui sévit dans cette étable est donc multiple, avec prédominance du sérotype 0101. Ce même sérotype est signalé par VALLEE et RENAULT (3) comme étant celui qui est le plus souvent retrouvé chez les veaux diarrhéiques en France, alors qu'il est rarement mentionné à l'étranger.

TABLEAU VIII
 TYPAGE SEROLOGIQUE DES SOUCHES D'E. COLI
 ISOLEES DES FECES DE 23 VEAUX DIARRHEIQUES

Type sérologique 0	Nombre de souches	% par rapport au nombre de souches typées	Nombre de veaux dont sont issues les souches	% par rapport au nombre de veaux examinés
0101	25	36 %	11	48 %
015 - 17 - 106	9	13 %	3	13 %
021	6	9 %	3	13 %
08	4	6 %	2	9 %
09	1	1,5 %	1	4 %
086	1	1,5 %	1	4 %
Indéterminé	23	33 %	9	

E - TRANSFERT COLOSTRAL DES AGGLUTININES DE LA VACHE VACCINEE A SON VEAU EN 1970-1971

Parmi les facteurs susceptibles de favoriser le développement de la diarrhée chez le veau, l'hypogammaglobulinémie est un des plus importants. Selon les estimations de KRUSE (9) 100 g d'immunoglobulines au moins doivent passer dans le sang du veau pour lui permettre d'acquérir la résistance suffisante à l'infection. Parallèlement à cet aspect quantitatif une notion qualitative de la nature des immunoglobulines est à considérer.

Pour être efficace, le colostrum doit apporter les anticorps bactéricides spécifiques des sérotypes d'E. coli responsables de la maladie. Ceci implique donc une immunisation maternelle qui peut être naturelle ou artificielle (vaccination). Nous avons donc mesuré ces deux aspects, quantitatif et qualitatif, du transfert de l'immunité par le colostrum en déterminant la teneur du colostrum en immunoglobulines et la teneur en agglutinines spécifiques des sérotypes d'E. coli après vaccination, ainsi que leur transfert au veau.

Des échantillons de colostrum sont prélevés avant la première tétée, de façon à obtenir la fraction la plus riche en immunoglobulines (Ig). Les Ig. sont dosées selon la méthode de KRUSE (9).

Le titrage des agglutinines du lactosérum et du sérum est réalisé selon la technique d'agglutination en tubes sur des cellules formolées (SCHOENAERS) (5). La lecture des agglutinations se fait après 2 h à 37°C.

Le dosage de l'azote du colostrum de 22 vaches avant la première tétée montre que la concentration en Ig du colostrum varie de 12,99 % à 8,15 %.

Une première traite complète du colostrum réalisée chez deux animaux montre que la quantité totale d'Ig. est respectivement de 266,5 g et 303,9 g.

Le titrage des agglutinines dans le colostrum à l'encontre des sérotypes d'E. coli utilisés dans le vaccin montre que la réponse varie avec l'animal et le sérotype. Les sérotypes 09, 0101, 0118, 0143, 0145 sont de mauvais antigènes car le titre des agglutinines reste pratiquement nul (agglutination avec

le sérum colostraldilué au 1/20 à 1/60). Par contre les sérotypes 08, 020, 086, 078 induisent une bonne réponse à la vaccination, les titres des agglutinines étant en moyenne élevés (dépassant parfois 1/5120). On observe toutefois des différences individuelles considérables pour un même sérotype (1/80 chez une vache et 1/5120 chez une autre). De plus, la réponse à la vaccination est sensiblement la même, que les vaches aient été vaccinées avec 6 ou 12 sérotypes.

Le transfert des agglutinines de la mère au veau mesuré chez 5 animaux montre que les agglutinines accumulées dans le colostrum passent dans le sang du veau de façon satisfaisante.

Le tableau 9 illustre le transfert des agglutinines colostrales de la vache 6510 à son veau. Avant tétée le sérum du veau est totalement dépourvu d'agglutinines et c'est seulement après tétée que ces dernières apparaissent.

En conclusion, ces quelques résultats montrent que les concentrations en immunoglobulines totales dans le colostrum sont satisfaisantes. Pour obtenir les 100 g d'immunoglobulines dans le sang du veau (chiffre de KRUSE) (9) il suffit qu'un veau boive entre 775 g (colostrum à 12,99 % d'Ig. de la vache 67377) et 1230 g (colostrum à 8,15 % d'Ig. de la vache 6510), ceci en admettant que la totalité des immunoglobulines soit absorbée par l'intestin du veau. Il convient d'ailleurs de signaler que ROY (12) préconise une quantité de 400 g d'Ig. soit environ 7 l de colostrum pendant les premières 36 h pour assurer la protection du veau. Nous pensons toutefois qu'un veau qui tète 2 l de colostrum dans de bonnes conditions pendant ses 24 premières heures reçoit une quantité suffisante d'Ig. Il ne sera toutefois immunisé contre un sérotype d'*E. coli* que si le colostrum contient les anticorps bactéricides contre ce sérotype.

Il nous faut d'ailleurs remarquer que dans le sang de nos veaux, le titre des agglutinines anti 0101 et 09 et à un degré moindre 021 est nul ou très bas. Les veaux n'étant pas protégés contre ces sérotypes, on peut expliquer l'incidence élevée des diarrhées qui leur sont dues en 1970-1971. Cette observation est particulièrement valable pour le sérotype 0101.

TABLEAU IX

TITRES DES AGGLUTINES CHEZ LA VACHE
ET SON VEAU DANS LE SERUM OU LE COLOSTRUM

N° des vaches	Moment du prélèvement	Sérotype d' <i>E. coli</i>					
		08	09	011	020	086	0123
6 510	Vache avant vaccination	< 1/20	< 1/20	< 1/20	< 1/20	< 1/20	< 1/20
	Vache après vaccination	1/160	1/320	1/40	> 1/5120	1/320	1/80
	Colostrum	1/320	1/20	1/20	> 1/5120	> 1/5120	1/320
	Veau avant tétée du colostrum	< 1/20	< 1/20	< 1/20	< 1/20	< 1/20	< 1/20
	Veau de 48 h	1/160	< 1/20	1/40	> 1/5120	1/20	1/20
	Veau d'une semaine	1/320	< 1/20	1/20	1/320	1/160	< 1/20

DISCUSSION GENERALE

Les observations faites et les résultats obtenus dans cette étable particulièrement affectée, reflètent bien la complexité de ce problème.

Parmi les mesures thérapeutiques appliquées, la perfusion compense les pertes minérales et l'acidose sanguine et elle permet de maintenir, voire de sauver des veaux (FAYET) (10) ; l'antibiothérapie, quant à elle, a une efficacité limitée en raison de l'apparition rapide de souches résistantes. L'utilisation abusive des antibiotiques dans l'alimentation des animaux, ou à des fins thérapeutiques, ne peut qu'augmenter cette résistance des germes pathogènes.

La vaccination, quant à elle, reste aléatoire. Séduisante dans son principe, elle ne permet pas une protection absolue des veaux. La diversité des sérotypes pathogènes, le caractère évolutif des infections à *E. coli*, font qu'il est difficile d'immuniser les animaux avec certitude. Toutefois les résultats obtenus au cours de la dernière campagne de vaccination nous permettent d'espérer quelque efficacité par cette voie, **sous réserve que la vaccination soit orientée par le typage sérologique préalable des *E. coli* pathogènes de l'exploitation.**

L'utilisation des bactériophages est actuellement inefficace et doit encore rester dans le domaine expérimental.

La seule mesure prophylactique ayant apporté quelque amélioration est l'isolement des veaux à la naissance. Ce procédé, largement utilisé en Angleterre, donne d'excellents résultats s'il est pratiqué dans de bonnes conditions : un local parfaitement désinfecté, contenant des cases pour recevoir les veaux nouveau-nés et où le personnel ne peut pénétrer qu'après s'être douché et avoir changé de vêtements. Dans notre étable, l'allaitement des veaux par leur mère ne permet pas cette pratique ; toutefois l'isolement à la naissance de la mère avec son veau apporte déjà une nette amélioration, cette mesure ayant été la plus importante dans la régression de la mortalité qui est passée de plus de 30 % en 1969-1970 à 21 % en 1970-1971 et moins de 15 % en 1971-1972. La garantie ne peut toutefois être absolue car la mère peut porter des germes, et les servitudes de l'alimentation des animaux entraînent des risques de contamination.

D'une manière générale, des règles classiques et simples doivent être respectées. L'hygiène doit être aussi parfaite que possible. La récupération du veau au vêlage, sur un film plastique propre, la désinfection soigneuse du cordon ombilical, l'isolement du veau ou à défaut de la mère et son veau sont des mesures essentielles. L'absorption du colostrum dans les douze premières heures de la vie de l'animal permet au veau d'acquérir les immunoglobulines qui lui sont nécessaires.

Malgré ces améliorations, les résultats que nous avons obtenus sont insuffisants et risquent de le rester tant que nous ne connaissons pas de façon certaine l'étiologie primaire et la pathogénie de la maladie.

Des travaux plus fondamentaux, effectués sur un matériel animal mieux approprié (exempt de germes pathogènes ou à microflore connue) sont nécessaires pour comprendre le rôle de la microflore intestinale, le mode de production et les effets des entérotoxines, les mécanismes de défense immuno-gique, la régulation du métabolisme hydrominéral, les facteurs prédisposant à la maladie liés à la nutrition de la mère (vitamine A) et la répartition des protéines sériques (11).

Nous remercions vivement C. DARDILLAT ainsi que M. Thomas VERDURA qui ont assuré les techniques opératoires sur veaux. Nous remercions également le Dr. VALLEE (Institut Pasteur Paris) qui a effectué le typage sérologique de nos souches d'*E. coli* ainsi que le Dr. VIEU (Institut Pasteur Paris) qui nous a fourni les bactériophages. Nous remercions enfin Messieurs SAUVAIRE, TRILLAT et MATHIEU qui nous ont considérablement aidé, dans des conditions souvent difficiles, pour la conduite de ces expérimentations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - **SMITH T., ORCUTT M.L.**, 1925. The bacteriology of the intestinal tract of young calves with special reference to the early diarrhea (Scours). J. Exp. Med. **41**, 89
- 2 - **SMITH H.W.**, 1971. The bacteriology of the Alimentary tract of domestic animals suffering from Escherichia coli infection. Ann. of the New York academy of sciences, **176**
- 3 - **VALLEE A., RENAULT L., LE PRIOL A.**, 1971. Infection colibacillaire des veaux. Etude sérologique (groupe 0) de souches d'Escherichia coli isolées en France (communication personnelle)
- 4 - **ROY J.H.B., June PALMER and SHILLAM K.W.G.**, 1955. The nutritive value of colostrum for the calf. The relationship between the period of time that a calfhous has been occupied and the incidence of scouring in young calves. Brit. J. of Nutrition **9**, 11
- 5 - **SCHOENAERS R., KAECKENBEECK A.**, 1963. Vaccination anticolibacillaire de la vache gestante. Ann. de med. vétérinaire, Fasc. VIII, 529-543
- 6 - **DUCLUZEAU R., SALOMON J.C., HUPPERT J.**, 1968. Interaction entre une souche sensible et deux souches lysogènes de staphylocoques ensemencées dans le tube digestif de souris axéniques. Ann. de l'Institut Pasteur, **114**
- 7 - **SOJKA W.J.**, 1965. Escherichia coli in domestic animals and poultry. Farnham Royal, **118**
- 8 - **GLANTZ P.J.**, 1971. Serotypes of Escherichia coli associated with colibacillosis in neonatal animals. Ann. of the N.Y. academy of sciences, **176**
- 9 - **KRUSE V.**, 1970. Absorption of immunoglobulin from colostrum in newborn calves. Anim. Prod. **12**, 627-638
- 10 - **FAYET J.C.**, 1968. Recherches sur le métabolisme hydrominéral chez le veau normal ou en état de diarrhée. Rech. Vét. **1**, 99-108, 109-115, 117-126
- 11 - **MICHEL M.C., DARDILLAT J.**, 1972. Quelques aspects de la pathologie néonatale du veau
DARDILLAT J., MICHEL M.C., 1972. Quelques facteurs prédisposants de la mortalité des veaux C.R.Z.V. Theix, Bulletin technique n°7.
- 12 - **ROY J.H.B., TERNOUTH J.H.**, 1972. Nutrition and enteric diseases in calves. Proc. Nutr. Soc. **31**, 53

7^e CONGRES INTERNATIONAL DE REPRODUCTION ET D'INSEMINATION ARTIFICIELLE

Ω Ω Ω

Le 7^e Congrès International de Reproduction et d'Insémination Artificielle s'est tenu à Munich du 6 au 9 juin 1972. Les chercheurs du C.R.Z.V. de Theix y ont présenté deux communications dont le texte sera inséré dans le compte rendu du congrès prévu pour l'automne 1972. Ce document pourra être lu par quelques uns de nos lecteurs mais nous pensons qu'ils constituent une minorité parmi le public très varié auquel s'adresse notre bulletin technique. Ces deux textes présentant un intérêt scientifique et pratique certain, nous avons décidé de les publier dès maintenant.

Ils ont pour titres :

- NIVEAU CALORICO-AZOTE, FLUSHING POST OESTRAL, ET FERTILITE DES VACHES LAITIERES
- INFLUENCE D'UNE VARIATION DE L'APPORT D'ALIMENT CONCENTRE SUR LA FECONDITE DE LA BREBIS HIVERNANT EN PLEIN AIR.

THE CONSTITUTION OF THE UNITED STATES

Article I, Section 1. All legislative Powers herein granted shall be vested in a Congress of the United States, which shall consist of a Senate and House of Representatives.

Section 2. The House of Representatives shall be composed of Members chosen every second Year by the People of the several States, and the Electors in each State shall have the Qualifications requisite for Electors of the most numerous Branch of the State Legislature.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

Representatives and direct Taxes shall be apportioned among the several States which may be included within this Union, according to their respective Numbers, which shall be determined by adding to the whole Number of free Persons, including all bound Persons, (except Indians not taxed) three fifths of all other Persons.

NIVEAU CALORICO-AZOTE, FLUSHING POST-OESTRAL ET FERTILITE DES VACHES LAITIERES

M. BROCHART, D. GAULLIARD et R. GIROU
I.N.R.A. C.R.Z.V. Theix 63 - Saint-Genès Champanelle

Ω Ω Ω

GIROU et BROCHART (1970) ont montré qu'une supplémentation quotidienne de 3 kg de concentré pour vaches laitières administré, en période hivernale, 1968-69, pendant 6 jours à partir du jour de l'insémination, augmentait le taux de non-retour à 60-90 jours de 11,5 % chez les vaches préalablement carencées en énergie ; le taux de non-retour était, en revanche, abaissé de 5,1 % chez les vaches recevant préalablement un excès d'énergie.

Dans ce même travail, GIROU et BROCHART mettaient en évidence une action négative de l'excès azoté sur la fertilité, le seuil d'excès azoté compatible avec une fertilité normale se situant vers 200 à 300 g de matière azotée digestible. Les travaux relatés dans cette communication ont eu pour objet de vérifier et d'étendre ces premiers résultats.

MATERIEL ET METHODES

Les mesures et expériences ont été effectuées en hiver. Tous les élevages étant au contrôle laitier, on a pu calculer les besoins individuels énergétiques et azotés pour le mois de la lère insémination. Les normes suivantes ont été utilisées :

1) Energie, en unités fourragères (1 UF = 0,7 «starch equivalent») :

a) Entretien : $1,5 + \frac{\text{Poids vif en kg}}{200}$

b) Lactation : 0,4 par kg de lait

2) Matières azotées digestibles :

a) Entretien : 60 g par 100 kg de poids vif

b) Lactation : 60 g par kg de lait

Les fourrages distribués ont été pesés et les apports alimentaires calculés à partir des valeurs moyennes des données analytiques des fourrages de la région et de l'année. On n'a pas pu tenir compte des refus, et il y a donc une légère surestimation possible des apports dans certains cas.

Pour les expériences de flushing post-oestral, on a constitué des couples de vaches alternativement traitées et témoins, dans un certain nombre d'exploitations. Le concentré utilisé était un concentré du commerce, à base de céréales et tourteaux (22 % protéines brut).

RESULTATS

GAULLIARD (1971) a effectué une enquête et une expérimentation dans 40 élevages du Centre-Sud de la France, pendant l'hiver 1970-71, et observé les faits suivants :

a) La sous-alimentation et la suralimentation énergétique sont toutes deux responsables d'un abaissement important de fertilité :

Différence entre apports et besoins énergétiques (U.F.)	Nombre de vaches	Taux de non-retour en 1ère IA
< - 1 UF	139	41,0
- 1 à +1 UF	392	74,7
> +1 UF	190	53,7
		(p < 0,001)

b) La carence et l'excès azoté sont également responsables d'une baisse de fertilité :

Différence entre apports et besoins (grammes MAD)	Nombre de vaches	Taux de non-retour en 1ère IA
< - 200	65	43,0
- 200 à + 200	398	72,1
> + 200	167	41,9
		(p < 0,001)

c) L'influence de l'excès azoté est confirmée chez les vaches dont le bilan énergétique est équilibré :

Différence entre apports et besoins azotés (grammes MAD)	Nombre de vaches	Taux de non-retour en 1ère IA
< 0	98	68,4
0 - 200	145	82,1
> + 200	56	42,9
		(p < 0,02)

d) Le flushing post-oestral a un effet significatif sur le taux de non-retour lorsqu'une supplémentation de 2 kg est pratiquée pendant 21 jours :

	Supplémentation de 6 jours		Supplémentation de 21 jours	
	Témoins	Supplémentées	Témoins	Supplémentées
Nombre de vaches	42	42	43	43
Taux de non-retour	61,9	77,5	53,5	74,5
	p < 0,1		p < 0,05	

ROCHET (1971), en se basant sur nos résultats, a effectué une enquête et une expérimentation durant l'hiver 69-70 sur 32 élevages de Normandie. Cet auteur a confirmé le rôle favorable d'un flushing post-oestral de 2 kg de concentré pendant 15 jours après l'insémination pour les vaches ayant une production laitière inférieure à 24 litres :

	Nombre de vaches inséminées	Taux de non-retour
Témoins	72	56,9
Supplémentées	70	78,6
		(p < 0,01)

Les résultats obtenus dans trois régions, par trois expérimentateurs différents, et au cours de 3 années, sont convergents. Les pourcentages des diverses anomalies d'apport calorico-azoté se répartissent comme suit :

Région	Année	Répartition (en p.100 de vaches) des anomalies d'apport calorico-azoté			
		Energie		Azote	
		Carence <-1 UF	Excès >+ 1 UF	Carence <-200	Excès >+ 200
Est	68-69	8,5	47	20	36
Normandie	69-70	10	30	12	22
Centre-Sud	70-71	19	26	10	27
Moyenne		12,5	31	14	28

Ainsi, dans nos conditions, les risques de suralimentation énergétique ou protéique sont, en période hivernale, au moins deux fois plus fréquents que les risques de carence ; on a vu ci-dessus que l'influence de l'excès ou de la carence sur le taux de non-retour paraît du même ordre de grandeur.

DISCUSSION

De nombreuses expériences effectuées sur les animaux de laboratoire et les animaux domestiques permettent d'expliquer l'influence des carences énergétique et protéique sur la fertilité par une action inhibitrice au niveau hypothalamo-hypophysaire. Le mode d'action de la suralimentation énergétique est moins bien connu ; une augmentation de la fréquence des chaleurs silencieuses a été observée par SAIDUDDIN et al (1968). Le mode d'action de la surcharge azotée n'a fait l'objet d'aucune recherche sur les animaux domestiques, tout au moins à notre connaissance.

Le flushing post-oestral paraît susceptible d'élever de 10 à 20 points le taux de non-retour à 3 mois des vaches carencées en énergie, et d'atteindre des taux de 73 à 78 %, donc proches de celui des vaches à bilans énergétique et protéique équilibrés. Le niveau et la durée optimum de la supplémentation devront être précisés dans des expériences complémentaires.

Le mode d'action du flushing post-oestral a probablement une composante centrale. Chez des vaches en anoestrus post-partum de plus de 60 jours (155 témoins et 164 traitées), GIROU et BROCHART (1970, II) ont obtenu par une supplémentation de 6 jours seulement, période dont la brièveté paraît exclure une action purement nutritionnelle, une augmentation de 12,6 % ($p < 0,02$) du nombre de vaches venant en oestrus dans les 3 mois suivants, et une augmentation de 11,4 % ($p < 0,05$) du nombre de vaches gestantes.

Une brève période de supplémentation permet donc le déclenchement du cycle oestral chez des vaches en anoestrus. Chez les vaches cyclées, il est possible que le flushing post-oestral puisse favoriser le développement et l'activité du corps jaune et, par suite, les premières étapes du développement embryonnaire.

Chez la ratte, il a été démontré par plusieurs auteurs que des variations négatives du niveau alimentaire ont une action très rapide soit sur le cycle oestral, soit sur la fertilisation, soit sur la survie embryonnaire, la rapidité de réponse suggérant fortement une réaction de type « stress » (GIROU et

BROCHART, 1971). A l'inverse, il est concevable qu'une variation positive de courte durée puisse avoir une action favorable sur l'activité du système nerveux central et l'hypothalamo-hypophyse de femelles carencées

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GAULLIARD D.**, 1971. Influence du niveau d'apport énergétique et protéique sur la fertilité des vaches laitières. Diplôme fin d'études, E.N.S.A. Rennes
- GIROU R. et BROCHART M.**, 1970. (I). Ann. Zootech., **19**, 67
- GIROU R. et BROCHART M.**, 1970 (II). Ann. Zotech., **19**, 75
- GIROU R. et BROCHART M.**, 1971. C.R. Soc. Biol., **165**, 1301
- ROCHET M.**, 1971. Influence de l'alimentation sur la fécondité chez les vaches et les génisses. D.E.A., Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier
- SAIDUDDIN S., RIESEN J.W., TYLER W.J., CASIDA L.E.**, 1967. J. Anim. Sci., **26**, 1494

INFLUENCE D'UNE VARIATION DE L'APPORT D'ALIMENT CONCENTRE SUR LA FECONDITE DE LA BREBIS HIVERNANT EN PLEIN AIR

M. THERIEZ, G. MOLENAT, D. AGUER

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

Ω Ω Ω

La semaine qui suit immédiatement la saillie ou l'insémination constitue une phase critique pour la brebis. Au cours de cette période, une variation brutale de l'apport alimentaire n'a pas d'effet sensible sur la fertilité mais accroît les pertes embryonnaires (BENNETT et al., 1964 ; EDEY, 1970) ; GIROU et al., 1971 ; THERIEU et al., 1971 ; ELSHEIKH et al., 1955). De même, les températures extrêmes ont également un effet défavorable (DUTT., 1963 ; GRIFFITHS et al., 1970).

La présente expérience avait pour but de préciser nos résultats antérieurs (GIROU et al., 1971 ; THERIEZ et al., 1971) concernant les effets de la variation de l'apport d'aliment concentré le lendemain de l'insémination sur oestrus induit par traitement hormonal. Elle a été réalisée sur des animaux hivernant en plein air à 800 m d'altitude sans aucun abri artificiel.

MATERIEL ET METHODES

209 brebis limousines taries, qui disposaient à volonté de foin de pré ont reçu, en outre, pendant les 4 semaines précédant l'insémination 400 g par jour d'aliment concentré (86 % céréales, 10 % tourteaux d'arachide et 4 % minéraux).

Les oestrus ont été synchronisés à l'aide d'éponges vaginales (30 mg de FGA), mises en place 2 mois 1/2 après l'agnelage. Les brebis ont reçu 400 UI de PMSG lors du retrait de l'éponge ; elles ont été inséminées 48 et 60 h. plus tard.

Le lendemain de l'insémination, l'apport de concentré a été supprimé à 54 brebis (lot 0), réduit à 200 g par tête et par jour pour 58 autres (lot 200), maintenu constant pour un 3ème lot de 49 brebis (lot 400) ou augmenté jusqu'à 800 g pour les 48 dernières (lot 800). L'apport d'aliment concentré a été supprimé trois semaines après l'insémination. Les animaux ont été pesés en début d'expérience, le lendemain de l'insémination et 3 semaines plus tard.

Le taux d'ovulation a été estimé par endoscopie sur 30 % de l'effectif de chaque lot (TIMONIER ET MAULEON., 1969). Les retours en chaleurs entre le 14ème et le 21ème jour ont été détectés à l'aide de béliers vasectomisés (MAULEON et DAUZIER, 1965).

Au cours de la quinzaine qui a précédé l'insémination et de celle qui l'a suivie, les hauteurs de neige et les températures minimales ont été respectivement de 21 cm et -25 °C et de 34 cm et -20 °C.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les variations de poids vif au cours de l'expérience ont été très faibles (voir tableau)

Le taux d'ovulation moyen, estimé sur 58 brebis, s'est élevé à 2,04 ovules par brebis. Les taux de retour en chaleurs avant le 21ème jour ne diffèrent pas significativement d'un lot à l'autre, les valeurs les plus élevées étant obtenues sur les lots 0 et 800. La variation du régime alimentaire ne semble donc pas avoir eu d'effet sur le taux de réussite de l'insémination ou sur la mortalité embryonnaire précoce, ce qui confirme nos résultats antérieurs ainsi que ceux de GRIFFITHS et al., (1970).

Chez les brebis supposées gestantes au 21ème jour, la suppression de l'aliment concentré le lendemain de l'insémination a augmenté les pertes totales et par conséquent diminué le pourcentage de brebis agnelant (différences significatives). A l'opposé, l'augmentation de l'apport d'aliment concentré (de 400 à 800 g) a diminué la prolificité (augmentation non significative des pertes partielles). Ce résultat est en accord avec nos conclusions précédentes (GIROU et al., 1971) et celles de ELSHEIKH et al., (1955). La fécondité est significativement plus élevée dans le lot 400 que dans les autres.

Si l'on rapporte les résultats aux 209 brebis utilisées dans l'expérience, les différences observées se retrouvent mais les écarts sont atténués. Seules, les différences de pertes totales et de fertilité demeurent significatives entre les lots 0 et 400.

Lors de deux expériences antérieures, réalisées en bergerie, nous avons observé que la réduction ou la suppression de l'apport d'aliment concentré augmentait le taux de pertes partielles sans modifier les pertes totales. Dans l'expérience présente, la suppression de l'aliment concentré a légèrement réduit le taux de pertes partielles mais a fortement accru le taux de pertes totales. Cette contradiction apparente peut être attribuée au froid. Les deux facteurs, alimentation et température, ont eu un effet additif qui s'est traduit non plus par une diminution de la prolificité des brebis qui poursuivent leur gestation avec un seul foetus au lieu de plusieurs mais par la perte de tous les embryons et des retours en chaleur tardifs, au-delà du 21ème jour. Ceci semble confirmé par l'augmentation des pertes globales observées sur les animaux examinés par endoscopie comparés aux animaux du même lot n'ayant pas subi cette intervention. Le froid et la restriction alimentaire ont accentué les effets du choc opératoire. Les pertes globales subies par les animaux examinés ou non par endoscopie s'élèvent respectivement à 53 et 32 % dans le lot 400 et à 78 et 43 % dans le lot 0.

Comme les températures élevées, le froid affecte la mortalité embryonnaire chez la brebis en début de gestation et ses effets sont plus marqués chez les animaux dont l'alimentation est insuffisante.

DEFINITION DES TERMES EMPLOYES

Fertilité : Brebis agnelant/100 brebis inséminées

Prolificité : agneaux nés/100 brebis agnelant

Fécondité : agneaux nés/100 brebis inséminées

Pertes d'embryons ou d'ovules : -totales : ovules ou embryons perdus par les brebis n'agnelant pas pour 100 ovules pondus

-partielles : ovules ou embryons perdus par les brebis agnelant pour 100 ovules pondus

-globales : pertes totales + pertes partielles

TABLEAU
RESULTATS OBTENUS AU COURS DE L'ESSAI

Lot	0	200	400	800
Nombre de brebis	54	58	49	48
Poids initial (kg)	57,7	56,8	56,9	56,8
Poids lors de l'I.A. (kg)	56,6	56,5	56,1	55,4
Poids final (kg)	57,4	57,5	58,0	57,2
Taux d'ovulation (p. 100)	193	213	200	207
Taux de retours en chaleurs le 21ème jour (p. 100)	37	26	34	37
RESULTATS SUR LES BREBIS SUPPOSEES GESTANTES LE 21e JOUR				
Nombre	34	43	32	30
Brebis agnelant : nombre	23	35	31	28
Brebis agnelant : p. 100	70,6 df	81,4 b	96,7 α	81,3 e
Agneaux nés : nombre	32	51	45	35
Agneaux nés : p. 100 des brebis agnelant	139	146	145	125
Agneaux nés : p. 100 des brebis gestantes	98,1 df	118,8 bf	141,6 α	101,5 e
Pertes d'embryons : totales (p. 100)	31,9 cg	18,5 e	3,1 α	5,4 e
Pertes d'embryons : partielles (p. 100)	19,8	26,1	26,5	37,1
Pertes d'embryons : globales (p. 100)	51,7 b	44,6	29,6 α	43,5
RESULTATS SUR L'ENSEMBLE DES BREBIS EN EXPERIENCE				
Fertilité (p. 100)	42,6 b	60,3	63,3 α	58,3
Fécondité (p. 100)	59,2	87,9	91,8	72,9
Pertes totales (p. 100)	57,6 b	39,8	36,7 α	41,4
Pertes partielles (p. 100)	11,5	18,7	17,3	23,2
Pertes globales (p. 100)	69,2	58,5	54,0	64,6

Interprétation statistique : ab ou ef : $P \leq 0,05$

ac ou eg : $P \leq 0,01$

ad : $P \leq 0,005$

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENNETT D., AXELSEN A., CHAPMAN H.M., 1964.Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. **5**, 70
- DUTT R.H., 1963.J. Anim. Sci. **22**, 713
- EDEY T.N., 1970.J. Agric. Sci. Camb. **74**, 199
- EL SHEIKH A.S., HULET C.V., POPE A.L., CASIDA L.E., 1955.J. Anim. Sci. **14**, 919
- GIROU R., THERIEZ M., MOLENAT G., AGUER D., 1971 Ann. Zootech., **20**, 321

GRIFFTHS J.G., GUNN R.G., DONEY J.M., 1970. J. Agric. Sci. Camb. **75**, 485

MAULEON P., DAUZIER L., 1965. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. **5**, 132

THERIEZ M., AGUER D., MOLENAT C., 1971. Xth Int. Cong. Anim. Prod. Thème VII

THIMONIER J., MAULEON P., 1969. Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. **9**, 233

RESUMES D'ARTICLES DE CHERCHEURS DU CENTRE

C. CHAMPREDON., R. PION., P. THIVEND : Composition en acides aminés des matières azotées du contenu duodénal du ruminant.

10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème I.

Au cours de cette expérience, nous avons étudié la composition en acides aminés des matières azotées du contenu digestif de jeunes bovins munis de double canules du duodénum.

Dans une première étude, nous avons examiné l'évolution post-prandiale de la composition en acides aminés de contenus prélevés pendant 12 heures consécutives. Les échantillons ont été regroupés par périodes de 3 heures. La fraction soluble dans l'acide trichloracétique a été séparée du résidu d'extraction. L'extract et le résidu ont été hydrolysés par l'acide chlorhydrique 6N en vue du dosage des acides aminés. Les variations de compositions au cours de la journée sont de faible amplitude, surtout en ce qui concerne le résidu. Les compositions en acides aminés des fractions acido solubles sont voisines de celles des résidus et sont nettement différentes de celles que l'on observe pour les fourrages.

Nous avons ensuite étudié les compositions en acides aminés des matières azotées des contenus de duodénum de bovins recevant des rations très différentes les unes des autres (ensilage de maïs-urée, foin-orge-urée, paille de blé-arachide et herbe). Les compositions en acides aminés, déterminées après hydrolyse des échantillons lyophilisés, varient peu avec le régime. Il semble que les matières azotées quittant la caillette contiennent des acides aminés d'origine alimentaire mais en quantité trop faible pour que les contenus aient une composition très différente de celle des protéines des bactéries.

P. PATUREAU-MIRAND., J. PRUGNAUD., R. PION : Influence de la nature des protéines des aliments d'allaitement sur l'acidoacidémie libre du veau préruminant

10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème I.

Nous avons étudié l'évolution de l'acidoacidémie libre après ingestion d'aliments dont les protéines étaient les suivantes : aliment 1 : protéines de lait 100 %, aliment 2 : protéines de soja 75 %, protéines de lactosérum 25 %, aliment 3 : protéines de levures cultivées sur hydrocarbures 70 %, protéines de lactosérum 30 %. Avec l'aliment 1, l'acidoacidémie libre est faible, en outre 1 et 4 heures après le repas, puis elle remonte par la suite. Avec les aliments 2 et 3, l'acidoacidémie libre augmente pendant les 2 ou 3 heures qui suivent le repas, puis elle reste élevée pendant 3 ou 4 heures avant de décroître à partir de la sixième heure après le repas. L'évolution de l'acidoacidémie libre semble être affectée par la coagulation de l'aliment dans la caillette. Nous avons aussi étudié l'influence de la composition en acides aminés de ces aliments sur l'acidoacidémie libre. Ces aliments paraissent bien équilibrés en acides aminés indispensables. Cependant, l'examen de l'acidoacidémie libre semble montrer que la disponibilité de l'histidine de l'aliment 1 et de la thréonine de l'aliment 2 est faible. L'aliment 3 pourrait être carencé en histidine et l'aliment 4 (protéines de poisson : 73 %, protéines de lait 27 %) en histidine et (ou) en acides aminés aromatiques. La méthionine s'accumule dans le sang des veaux recevant les régimes 2, 3, et 4 qui en sont riches.

R. PION., J. PRUGNAUD., Y. HENRY., A. RERAT : Influence de la teneur en thréonine du régime sur l'acidoaminémie libre du porc en croissance.
10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème I.

En vue de préciser le besoin en thréonine du porc en croissance, nous avons étudié la relation entre la teneur en thréonine de régimes équilibrés en ce qui concerne les autres nutriments et les concentrations en acides aminés libres du sang des animaux qui les consomment. Nous avons en outre comparé les résultats obtenus dans le cas de régimes de teneurs comparables en thréonine mais dans lesquels les matières azotées étaient respectivement des protéines de poisson uniquement supplémentées en méthionine, ou accompagnées d'une proportion notable d'acides aminés libres.

Une carence en thréonine entraîne une accumulation dans le sang de la plupart des acides aminés et la teneur en thréonine, supérieure à celle que l'on observe dans le cas du taux de thréonine alimentaire qui permet la croissance maximum, correspond en fait à une faible proportion de cette dernière dans l'ensemble des acides aminés indispensables. Il est donc important de ne pas tenir compte uniquement de la concentration sanguine de l'acide aminé étudié, mais de la comparer à celles des autres acides aminés indispensables. Les résultats obtenus dans le cas du remplacement des acides aminés libres du régime par de la farine de poisson semblent mettre en évidence une indisponibilité partielle de l'isoleucine et de la valine qu'elle contient.

M. VERMOREL. : Utilisation énergétique et azotée de quelques aliments pour les Monogastriques en croissance : études sur le rat.
10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème VII

Les valeurs énergétique et azotée de quelques aliments ont été déterminées chez le rat en croissance dont les besoins sont voisins de ceux du porcelet. Les régimes ont été supplémentés en acides aminés indispensables et on s'est intéressé particulièrement à leur influence sur la protéinogénèse et la lipogénèse. Les bilans énergétiques et azotés ont été obtenus par abattage des animaux et détermination de leur composition corporelle.

Les nouvelles variétés de céréales (tableau 1) ont des teneurs en azote plus élevées que les variétés classiques, mais, en général, présentent les mêmes carences en acides aminés indispensables. Après supplémentation, leur utilisation azotée est bonne, celles des maïs hybrides « Opaque 2 » étant particulièrement élevées. Leurs valeurs énergétiques nettes par rapport à l'orge (100) sont les suivantes : Seigle « BEAULIEU » 104,5, blé tendre 106,5 maïs 111, triticales « FAS-GRO » 112, blé dur « AGATHE » 113, orges nues 115, avoines nues 117, maïs « IHP x 02 » 120 à 122.

Le poids fourrager « MOYENCOURT » et la féverole « ASCOTT » (tableau 2) ont respectivement une énergie nette de 100 et de 92, les matières azotées du pois sont bien utilisées mais celles de la féverole ont une digestibilité plus faible. Les tourteaux de soja et de tournesol ont une énergie nette égale à celle des blés tendres et ils permettent une synthèse protéique élevée. Le tourteau de colza, détoxiqué par le procédé de STARON (tableau 3) est bien consommé par le rat et ses protéines, riches en lysine, sont bien utilisées, mais son énergie nette n'est égale qu'à 60 ; la part soluble que l'on peut extraire est riche en protéines bien utilisées et présente une énergie nette de 102. La valeur énergétique nette des luzernes déshydratées augmente avec la proportion de feuilles, l'utilisation digestive et métabolique de l'azote diminue lorsque la température de déshydratation augmente.

M. PETIT : Variations de la production laitière de vaches Salers et Limousines allaitant leurs veaux.
10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème VII

On a mesuré la production laitière de vaches Limousines (497 lactations) et Salers (103 lactations) allaitant leurs veaux. La méthode utilisée était la pesée des veaux avant et après la tétée deux fois par jour et environ une fois par mois du vêlage au sevrage (7 mois 1/2).

La production laitière moyenne de nos vaches Limousines est de 1.459 kg en 221 jours et celle des Salers de 2.470 kg en 227 jours (tableau 1). La production augmente d'environ 10 à 15 % de la première à la seconde lactation, de 20 à 30 % de la 1ère à la 4ème lactation.

La production laitière des vaches Limousines diminue avec le stade de lactation (figure 1). Les vaches Limousines qui vêlent en automne ont une production plus faible que celles qui vêlent au printemps ; les courbes de lactation correspondantes (figure 2) montrent l'influence du niveau alimentaire des vaches.

La production laitière des vaches Salers augmente jusqu'au 4e ou 5e mois de lactation (figure 5) ; au début de la lactation, le veau ne peut alors boire tout le lait que sa mère pourrait produire ; mais après l'âge de trois mois il boit plus de lait que sa mère n'en produirait si elle était traitée (figure 3).

Les vaches Salers allaitant deux veaux produisent 15 à 20 % de lait en plus que les vaches allaitant un veau (tableau 2) ; l'augmentation de production est surtout sensible durant les trois premiers mois (figure 4). Chacun des veaux allaités par une vache Salers boit la même quantité de lait qu'un veau allaité par une vache de race à viande.

Y. GEAY., C. BERANGER., R. JARRIGE : Variations de la quantité d'énergie ingérée par des taurillons à l'engrais

10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème VII

A partir de données enregistrées sur 313 taurillons (89 Charolais, 99 Limousins, 71 Salers × Charolais, 54 Frisons), nous avons cherché à préciser les quantités d'énergie nette (U.F.) ingérées par les animaux de ces différents types génétiques, selon leur poids (entre 300 et 550 kg) et leur gain de poids (entre 800 et 1 800 g/j). Nous avons mis en évidence des différences importantes entre les individus et entre les races dans l'efficacité de la transformation de l'énergie en gain de poids vif ; ainsi, pour un même poids et gain de poids, un taurillon Frison consomme 25 % d'énergie de plus qu'un taurillon Charolais. De telles différences peuvent en partie s'expliquer par la composition du gain de poids ; ainsi, pour un croît de 1 400 g/j, des taurillons Charolais formeraient environ 40 % de muscles en plus que des Frisons. Les conséquences zootechniques de ces différences sont considérables, pour la sélection comme pour l'alimentation des taurillons.

J. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY : Composition chimique, digestibilité et ingestibilité de la plante de maïs sur pied

10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème VII

De 1964 à 1970 la composition, la digestibilité et l'ingestibilité (quantité de matière sèche volontairement ingérée) chez le mouton de 14 maïs sur pied ont été étudiées après la floraison et en différents lieux. Entre la floraison et le stade vitreux le pourcentage d'épis dans la matière sèche de la plante est passée de 20 à 65 % en moyenne alors que les teneurs en cendres, matières azotées et cellulose brute ont eu tendance à diminuer avec le stade de maturité. La digestibilité et l'ingestibilité qui

ont été en moyenne respectivement de 71,7 % et de 51,3 g/kg P^{0,75} n'ont pas varié avec le stade de maturité. Si les variations de la digestibilité entre les maïs sont faibles et peuvent être reliées au pourcentage d'épis dans la plante, celles de l'ingestibilité sont beaucoup plus importantes et dépendent plus des conditions de milieu et de l'année que de la variété. La quantité de matière sèche récoltée à l'hectare augmente jusqu'au stade vitreux. C'est à ce stade qu'il faudra récolter le maïs pour l'ensilage, la teneur en matière sèche étant alors idéale (33-35 % de matière sèche) pour assurer de bonnes conditions de conservation.

J.P. DULPHY et C. DEMARQUILLY : Relations entre le comportement des moutons pendant l'ingestion et les quantités de fourrages ingérées

10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème VII

Nous avons enregistré les manifestations du comportement alimentaire des moutons recevant - des fourrages verts coupés chaque matin durant tout le premier cycle de végétation - les ensilages fabriqués à partir de ces fourrages coupés au stade «début épiaison» ou trois semaines après.

Les fourrages verts très digestibles sont ingérés en plus grande quantité mais entraînent un rassasiement plus rapide que les fourrages moins digestibles ; les repas sont courts, nombreux et les quantités ingérées à chaque repas plus faibles que pour les fourrages moins digestibles.

Les ensilages sont ingérés en plus faible quantité que les fourrages verts initiaux mais ils entraînent un rassasiement encore plus rapide que les fourrages verts très digestibles, les repas sont encore plus courts et nombreux, la quantité ingérée par repas encore plus faible.

Le rassasiement rapide est vraisemblablement d'origine métabolique. La similitude du comportement des moutons vis-à-vis des fourrages très digestibles et des ensilages et le fait que la teneur en acides gras volatils de l'ensilage soit liée positivement au nombre de repas et négativement à leur durée incite à penser que les métabolites responsables sont les acides gras volatils. Ces métabolites n'agiraient qu'après un certain temps de latence ; aussi, plus l'ensilage serait ingéré rapidement, plus la quantité ingérée serait élevée. Quant à la vitesse d'ingestion, elle dépendrait du mode de présentation de l'ensilage (hachage fin ou non) et des caractéristiques fermentaires.

M. JOURNET et A. HODEN : Utilisation des légumes et des graminées déshydratées comme unique fourrage de la ration des vaches laitières

10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème IV ; Nutrition ruminant

Les effets de la déshydratation et du mode de conditionnement de trois luzernes et d'un ray-grass d'Italie utilisés comme seul fourrage de la ration sur la production des vaches laitières et sur le comportement alimentaire, la digestibilité et la digestion dans le rumen de vaches fistulisées ont été étudiés.

Trois formes de conditionnement des luzernes (condensé, compacté et comprimé) et deux modes de conditionnement du ray-grass ont été comparés. Les vaches sur litière de paille recevaient le fourrage ad libitum, et des aliments concentrés selon leurs besoins si nécessaire.

1. La quantité de fourrage déshydraté ingérée a été élevée, plus élevée pour les luzernes que pour le ray-grass ; le mode de conditionnement n'a eu aucun effet sur les quantités ingérées, la production et la composition du lait.

2. Avec les luzernes déshydratées le coefficient de persistance de la production de lait a été élevé mais le taux butyreux a été plus faible qu'avec les rations normales utilisées en début et en fin d'expérience.

3. La valeur énergétique nette (U.F.) estimée des graminées déshydratées a été réduite par la déshydratation et le conditionnement mais pas celle des luzernes.

4. La taille moyenne des particules du fourrage a été reliée étroitement au temps de rumination et à l'activité cellulolytique dans le rumen, mais pas à la composition du mélange des A.G.V. Les variations de la composition du lait, de l'évolution de la production de lait et du poids vif peuvent s'expliquer à partir de la composition du mélange des A.G.V. dans le rumen.

M. THERIEZ., D. AGUER., G. MOLENAT : Influence de la variation de l'apport d'aliment concentré le lendemain de l'I.A. sur la fécondité de la brebis
10° C.I.Z., Versailles, Juillet 1971. Thème VII

Nous avons comparé les taux de fertilité, prolificité ainsi que les taux d'ovulation de 181 brebis Limousines. Elles recevaient du foin à volonté et 400 g de concentré trois semaines avant l'insémination. Celle-ci a eu lieu lors de l'oestrus, induit à l'aide d'éponges vaginales imprégnées d'AFG et d'une injection de 400 UI de PMSG.

Le lendemain de l'IA, l'apport d'aliment concentré a été maintenu à 400 g (lot 400), augmenté de 800 g (lot 800), réduit à 200 g (lot 200) ou supprimé (lot 0), selon les lots.

Nous n'avons pas observé d'influence du changement de régime sur la fertilité.

Les taux d'ovulation et de prolificité des différents lots se sont élevés à 2,38 et 1,56 (lot 0) ; 2,33 et 1,80 (lot 200) ; 1,93 et 1,60 (lot 400) ; 2,06 et 1,70 (lot 800).

Les pertes ne sont pas significativement différentes dans les lots 200, 400 et 800. Elles sont par contre significativement plus élevées dans le lot 0, même après élimination de l'effet dû aux écarts entre les taux d'ovulation.

- BARLET J.P. :

Horm. Metab. Res., 1971, 3, 63-64

Role of the thyroid gland in magnesium-induced hypocalcemia in the bovine

- BARLET J.P. :

Proceedings of the International Symposium « Endocrinology 71 », p. 65

The calcitonin-like action of framycetin in ewes

- BARLET J.P. et CALAMY H. :

Proceedings of the sixth conference of European Comparative Endocrinologists, 1971, Abstract n° 15

The ultimobranchial body and the regulation of plasma calcium in the laying hen

- BARLET J.P. :

Les Hormones et le Calcium - Problèmes actuels d'Endocrinologie et de Nutrition, Expansion scientifique française, Paris, 1971, série 15, 241-251

Régulation endocrinienne de la calcémie de la vache laitière et syndrome vitulaire

- BARLET J.P., COPP D.H., ROBINSON C.J. :

Horm. Metab. Res., 1971, 3, 363-364

Effect of Porcine, salmon and human calcitonin in cows and sheep

- BELLANGER J. :

Ann. Nutr. Alim., 1971, 25, (5), B59-B96

Dosage des oligoéléments dans les fourrages

- BROCHART M. :

C.R. Séances Soc. Biol., 1971, 165, (4), 833

Réduction brutale ou progressive du niveau alimentaire et fertilité chez la ratte. Influence du stade du cycle oestral auquel intervient la réduction

On n'a pas observé de différences significatives en ce qui concerne la fréquence d'allongement des cycles et le temps nécessaire au blocage du cycle oestral de la ratte entre une réduction brutale de 50 % du niveau de consommation *ad libitum* et une réduction progressive à raison de 10 % tous les cinq jours, répétée 4 fois.

Lors de réduction brutale, la période de sensibilité maximum se situe à l'oestrus.

- DAUTRIA J.P., PERIGAUD S. et PEDRO G. :

C.R. Acad. Sc. Paris, 1971, 272, 1212-1215

Essai sur la caractérisation et la répartition des formes dites «Evolutives» de la pédogénèse en zone tempérée froide : cas de l'Aluminium et du Fer

- DAUTRIA J.M., PERIGAUD S. et PEDRO G. :

C.R. Acad. Sc. Paris, 1971, 272, 2765-2768

Sur la mise en évidence de complexes hypersiliceux de néogénèse dans les horizons éluviaux des sols en voie de podzolisation

- GIROU R. et BROCHART M. :

C.R. Séances Soc. Biol., 1971, 165, (6), 1301

Evolution de la corticostérone plasmatique chez la ratte après des réductions d'importance variable du niveau alimentaire. Influence de la durée de restriction alimentaire avant l'accouplement sur la fertilité de la ratte.

L'élévation de la corticostéronémie de rattes soumises à des réductions d'importance variable du niveau alimentaire paraît indépendante du niveau de restriction.

Une réduction alimentaire de 30 % du niveau alimentaire *ad libitum* a des effets moins néfastes sur le comportement sexuel des rattes et les pertes embryonnaires pré-implantatoires si elle intervient entre le 14^e et le 6^e jour précédant la saillie que si elle est instaurée entre le 9^e et le 2^e jour précédant celle-ci. Le caractère transitoire du stress lié à la réduction alimentaire est probablement responsable de cette différence.

- LAMAND M. :

Ann. Nutr. Alim., 1971, 25, B 379-B 410

Diagnostic des carences en oligoéléments chez l'animal

- LARVOR P., et RAYSSIGUIER Y. :

C.R. Acad. Sc. Paris, 1971, 273, 1408 - 1410

Influence de la démyélinisation sur le métabolisme du magnésium au cours de la carence en cet élément chez le rat

- LARVOR P. :

1er Symposium International sur le Déficit Magnésique en Pathologie Humaine, Vittel, 9-15 mai, pp. 251 - 296

Relations entre magnésium et glandes endocrines

- LARVOR P. :

1er Symposium International sur le Déficit Magnésique en Pathologie Humaine, Vittel, 9-15 mai, pp. 297 - 325

Relations physiologiques entre magnésium et nutrition

- PERIGAUD S. :

Ann. Nutr. Alim., 1971, 25, B 327 - B 378

Liaisons carencielles entre sols végétaux et animaux

Editions S . E . I .

I . N . R . A .

C.N.R.A. Route de Saint-Cyr

78 - Versailles

